

CIÊNCIA E TECNOLOGIA NO BRASIL: UMA NOVA POLÍTICA PARA UM MUNDO GLOBAL

OS CENTROS DE PESQUISA DAS EMPRESAS ESTATAIS: UM ESTUDO DE TRÊS CASOS

FABIO S. ERBER e LEDA U. AMARAL

Este trabalho faz parte de um estudo realizado pela Escola de Administração de Empresas da Fundação Getúlio Vargas por solicitação do Ministério da Ciência e Tecnologia e do Banco Mundial, dentro do Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (PADCT II). As opiniões expressas neste texto são de responsabilidade exclusiva do autor.

SUMÁRIO

I. Introdução	1
II. CENPES	1
1. Histórico	1
2. Objetivos	4
3. Estrutura organizacional	6
4. Principais atividades	6
a) Pesquisas em Exploração e Produção	6
b) Pesquisa Industrial	6
c) Engenharia Básica	7
Planejamento do CENPES	8
5. Recursos financeiros	8
6. Recursos humanos	10
7. Recursos laboratoriais	14
8. Articulação do cenpes com as comunidades tecnológicas nacionais e internacionais ..	14
9. Articulação do cenpes com as indústrias fornecedoras	16
10. Principais realizações	17
III. CEPEL	22
1. Histórico	22
2. Objetivos e missão	25
3. Estrutura organizacional	27
4. Articulação interna e externa	30
a) com a ELETROBRÁS e Empresas Controladas	30
b) com outras concessionárias de energia elétrica	31
c) com fornecedores de bens e serviços	31
d) com Universidades e centros de pesquisas afins	32
Conclusão	32
5. Recursos financeiros	32
Conclusão	36
6. Recursos humanos	37
7. Recursos laboratoriais	39
8. Resultados do CEPEL	40
IV. CPqD	42
1. Histórico	42
2. Principais produtos e fabricantes	45
2.1. produtos desenvolvidos	45
2.2. produtos licenciados	47
2.3. fabricantes licenciados	51

3. Planejamento estratégico	54
4. Estrutura organizacional	55
5. Missão/diretrizes	55
5.1. missão	55
5.2. diretrizes do CPqD	55
6. Principais atividades	57
7. Principais projetos	57
8. Transferência de tecnologia	61
9. Serviços tecnológicos	61
10. Recursos humanos	62
11. Recursos financeiros	64
12. Recursos laboratoriais	66
V. a trajetória dos três centros: um confronto	67

OS CENTROS DE PESQUISA DAS EMPRESAS ESTATAIS: UM ESTUDO DE TRÊS CASOS

I. INTRODUÇÃO

Os centros de pesquisa e desenvolvimento das empresas estatais respondem por uma parcela importante dos pequenos gastos nacionais em atividades científicas e tecnológicas. Segundo estimativas governamentais, três centros - CENPES, da PETROBRÁS; CPqD, da TELEBRÁS e CEPEL, da ELETROBRÁS - são responsáveis por cerca de 10% dos gastos nacionais em C&T. Estes são os centros de pesquisa objeto deste estudo.

Cada um dos Centros acima nomeados é apresentado nas três seções subsequentes, onde descreve-se sua evolução em termos de objetivos, atividades científicas e tecnológicas executadas, recursos com que contaram (financeiros, humanos e físicos), estrutura organizacional, articulação com a respectiva empresa estatal, vinculação com universidades e empresas do setor e resultados obtidos. Embora a natureza cumulativa do seu processo de desenvolvimento imponha uma abordagem histórica, a ênfase da descrição recai sobre o passado recente. O trabalho baseou-se em documentos dos Centros, suplementados por entrevistas com executivos e técnicos que ali trabalham ou trabalharam.

O estudo é finalizado por uma breve seção comparativa, onde são identificados fatores de natureza econômica, política, organizacional e tecnológica, a nível macroeconômico, setorial e microeconômico, que permitem propor explicações para as semelhanças e diferenças observadas nas trajetórias dos três centros.

II. CENPES

1. HISTÓRICO

Diante da necessidade de adquirir capacitação tecnológica para seu desenvolvimento, a PETROBRÁS criou, em 1955, o Centro de Aperfeiçoamento e Pesquisas de Petróleo (CENAP), órgão da administração superior da Companhia dedicado à formação e ao desenvolvimento de recursos humanos.

Embora suas atividades em P&D fossem incipientes, dispondo apenas de um modesto Setor de Pesquisas, mais dedicado à prestação de serviços técnicos e análises de petróleo e derivados, o CENAP foi o embrião das atividades de pesquisa tecnológica da PETROBRÁS. Desde então, vem formando uma equipe de técnicos especializados, de alto nível, que muito tem contribuído para a implantação da indústria de petróleo no Brasil.

Para atender a esse estágio de desenvolvimento, a Empresa assinou vários convênios pioneiros com universidades, visando recrutar, selecionar e treinar profissionais. Esses programas de treinamento serviram também para preparar equipes de técnicos que mais tarde se transferiram para empresas privadas (firmas de engenharia, empresas fabricantes de bens de capital), supridoras da

PETROBRÁS, com o intuito de formar uma cadeia corrente de competência tecnológica que envolvesse as atividades do setor de petróleo.

Em dezembro de 1963, o Conselho de Administração da PETROBRÁS, consolidando diversas iniciativas no sentido de promover o desenvolvimento tecnológico da Companhia, decidiu criar um órgão exclusivamente dedicado às atividades de P&D. Esta decisão só veio a ser concretizada em 1966, mediante o desmembramento das atividades do CENAP, quando a área de ensino e aperfeiçoamento foi transferida para o Serviço de Pessoal e o setor de Pesquisas transformou-se no Centro de Pesquisas e Desenvolvimento - CENPES, inicialmente incorporado ao Departamento Industrial - DEPIN.

Em 1967, o CENPES desvinculou-se do DEPIN e passou a integrar o conjunto de órgãos da Administração Superior da Companhia.

O CENPES foi, portanto, um marco na nova fase de atuação da pesquisa tecnológica no campo do petróleo, transformando substancialmente suas linhas de atuação, tanto em amplitude quanto em profundidade, tornando-se o principal órgão de tecnologia da PETROBRÁS.

Após a etapa inicial de importação da tecnologia a nível de produção, seguiu-se a fase de desempacotamento, que permitiu ao CENPES, em meados da década de 70, reproduções e melhoramentos de equipamentos, materiais e sistemas mais adequados às condições específicas nacionais relativas à geologia, meio ambiente e mercado entre outras.

A atuação do CENPES, a partir de 1976, foi se ampliando e abrangendo várias outras áreas, entre elas a pesquisa em petroquímica e as atividades em engenharia básica, que até então estavam dispersas em vários órgãos e passaram a constituir uma área-fim, complementar à de P&D, formalmente implantada na estrutura organizacional do Centro.

No início da década de 80, face às crises energética e econômica que se instalaram no País, o CENPES, para atender às demandas da PETROBRÁS, foi obrigado a rever sua atuação, alterando suas prioridades e acelerando seu processo de capacitação tecnológica. O CENPES, que estava voltado para si, começa a se preocupar em fortalecer seu vínculo com as instituições de pesquisas internas e as indústrias fornecedoras da PETROBRÁS.

Vale dizer que os denominados "choques do petróleo" tiveram um papel importante no direcionamento do esforço tecnológico da empresa. Com a mudança dos cenários macroeconômico e setorial, a PETROBRÁS redefiniu sua política, ao adotar a busca da auto-suficiência em petróleo como meta principal.

A necessidade de conhecer melhor o potencial das jazidas, a importância em aumentar a produção interna de petróleo, a modificação radical no perfil da demanda de derivados e a entrada em mercados externos, aliadas à escassez de recursos, determinaram novos desafios para o desenvolvimento da pesquisa e da tecnologia na Empresa, tanto a nível nacional quanto internacional, exigindo respostas rápidas à crise que se apresentava.

Por outro lado, para obter o sucesso pretendido no esforço tecnológico, houve a necessidade de adotar uma nova postura no relacionamento com os fornecedores, o que implicou numa redefinição das estratégias da empresa frente à economia do País.

Assim, o CENPES foi obrigado a se reestruturar, definindo um modelo de gestão, que se articulava tanto com a PETROBRÁS quanto os institutos de pesquisas e com as indústrias fornecedoras.

É importante esclarecer, também, que a descoberta dos campos petrolíferos situados na região de Campos, contribuiu fortemente para a reestruturação do CENPES.

A perspectiva de tornar o País auto-suficiente em petróleo e ao mesmo tempo, ingressar na exploração off-shore - considerada o futuro da indústria petrolífera, determinou o comportamento da PETROBRÁS de iniciar um novo ciclo de investimentos - o de perfuração e exploração em águas profundas.

A empresa passou a depender de uma capacidade tecnológica qualitativamente distinta: a capacidade de acompanhar a fronteira internacional e introduzir inovações.

A área de exploração em águas profundas a empresa foi obrigada a desenvolver, desde o início, uma capacidade de pesquisa própria, de alto risco, uma vez que essa tecnologia não estava pronta e disponível no mercado. Neste esforço, contou o CENPES com a participação de outros centros de pesquisas, universidades e indústrias fornecedoras.

Na área de produção, foram desenvolvidos projetos com vistas a aumentar a produção de poços e à seletiva nacionalização de materiais e equipamentos.

Na área de engenharia básica, o CENPES participou de esquemas de transferência de tecnologia que incluíam cláusulas de transferência de *know-how* de projetos básicos (craqueamento catalítico, destilação à vácuo, etc.).

As referidas atividades vêm contribuindo para a auto-suficiência do País na produção de derivados, resultando num aumento da produção de produtos mais leves e nobres a partir de óleos pesados e desenvolvendo tecnologias na fabricação de catalisadores para craqueamento e processos petroquímicos.

Assim, a partir de 1985, com a consolidação do aprendizado via "desempacotamento" de tecnologia, o CENPES entra na sua última etapa de P&D, a fase de inovação tecnológica. Esta etapa é caracterizada por um avanço qualitativo nas atividades de pesquisa, para atender à demanda tecnológica em exploração e produção de petróleo em terra e, principalmente, em águas profundas.

A capacitação acumulada pelo CENPES, ao longo de sua história tornou-o um centro de pesquisas tecnológicas bastante complexo e integrado. Graças à sua atuação, em conjunto com as áreas operacionais, a PETROBRÁS domina atualmente cerca de 60 tecnologias, em suas diversas áreas, assim relacionadas:

Refinação	24
Gás Natural	07
Exploração	10
Fontes alternativas	03
Petroquímica e Alcoolquímica	08
Fertilizantes	06

2. OBJETIVOS

O CENPES tem por finalidade planejar, coordenar, executar ou promover a execução e acompanhar os resultados das atividades de pesquisa e desenvolvimento e de engenharia básica relacionadas com a indústria do petróleo, de interesse para a PETROBRÁS e companhias a ela associadas. Além dessas atividades de caráter prioritário, presta ainda assistência técnica e executa serviços nas áreas de informação técnica, propriedade industrial (marcas e patentes) e química analítica.

Objetivos e diretrizes da pesquisa científico-tecnológica

Os objetivos e as diretrizes gerais da pesquisa científico-tecnológica da PETROBRÁS foram estabelecidos, em 1970, pelo Conselho de Administração da Companhia e, por serem abrangentes, permanecem até hoje.

Em síntese, esses objetivos são:

- a) racionalizar e otimizar os trabalhos a cargo da PETROBRÁS através da realização de pesquisa;
- b) diminuir o dispêndio cambial da indústria brasileira;
- c) contribuir para a criação e desenvolvimento de novos processos, produtos, equipamentos e métodos;
- d) incentivar a inovação e o aperfeiçoamento do conhecimento científico-tecnológico;
- e) contribuir para a formação de recursos humanos de elevado nível.
- f) as diretrizes gerais da pesquisa estabelecem prioridades para:
- g) a solução dos problemas de interesse da PETROBRÁS e de
- h) suas subsidiárias;
- i) a pesquisa aplicada e o desenvolvimento experimental, executados no âmbito da Companhia;

- j) a absorção dos conhecimentos e know-how existentes no País e no exterior;
- k) o estímulo e promoção de programas de pesquisa básica orientados por universidades e outras instituições;
- l) o aprimoramento de mecanismos de informação e documentação para atender à PETROBRÁS e suas subsidiárias;
- m) o fomento à interação entre as atividades de pesquisa e de operação;
- n) o incentivo às atividades de pesquisa científica-tecnológica no País.

Tanto os objetivos quanto as diretrizes da pesquisa científica-tecnológica do CENPES estão diretamente direcionados para as prioridades determinadas pela PETROBRÁS, tanto a nível sistêmico quanto empresarial. Tais objetivos e diretrizes visam a atender às necessidades do SISTEMA PETROBRÁS quanto à sua maior independência na produção de petróleo e ao fomento de um parque industrial nacional, capaz de atender, parcial ou integralmente, sua demanda de bens e serviços. Pretende-se, assim, assegurar ao país uma maior autonomia tecnológica na área de prospecção, extração, produção e refino de petróleo.

Para o cumprimento destas prioridades, a PETROBRÁS elaborou uma estrutura coordenada entre seus diversos órgãos, de modo que o papel e a responsabilidade atribuída a cada um deles garantisse, de modo sincronizado, o cumprimento das políticas traçadas pela Empresa.

Dessa forma, o CENPES, junto com as unidades operacionais da PETROBRÁS, elaborou um programa de pesquisa científica e tecnológica. Tal programa vem alcançando ao longo de sua história, resultados bastante positivos, traduzidos por índices crescentes em auto-suficiência de petróleo e capacitação tecnológica a nível internacional.

Na elaboração de seus programas de pesquisas o CENPES mantém-se permanentemente articulado com seus fornecedores assim como também conta com o apoio dos institutos de pesquisa e universidades, através da celebração de inúmeros contratos e convênios, visando principalmente :

- a) concentrar seus recursos e esforços em trabalhos que proporcionem, a menores prazos, a menores custos e com o menor risco, os maiores benefícios para a PETROBRÁS, realizando projetos de pesquisa aplicada (tecnológica) e de desenvolvimento, bem como serviços técnicos especializados;
- b) repassar trabalhos de mais longo prazo ou de maior risco para universidades e outras instituições de pesquisa, contratando com terceiros os projetos de pesquisa básica dirigida;
- c) repassar para os órgãos operacionais da Empresa ou para a iniciativa privada nacional a execução de serviços técnicos de rotina, liberando os especialistas do CENPES para trabalhos de maior complexidade técnica.

- d) nacionalizar o projeto básico de unidades operacionais nas áreas de petróleo, de petroquímica e fertilizantes, evitando dispêndio de divisas e procurando fixar no País os conhecimentos tecnológicos de interesse da PETROBRÁS.

Na medida que as instituições e empresas nacionais se capacitam ao desenvolvimento de tecnologias de interesse da PETROBRÁS, a Empresa passa a apoiá-las, desenvolvendo projetos em parceria. Essa atitude demonstra uma nova redefinição do papel da PETROBRÁS e do CENPES, que passam a atuar como indutores no processo de alavancagem das atividades de P&D no setor de petróleo.

A necessidade de se manter na fronteira tecnológica, tem levado a PETROBRÁS a adotar um novo relacionamento com suas indústrias fornecedoras, dando preferência às modalidades de atuação que impliquem em projetos cooperativos ou multiclientes.

3. ESTRUTURA ORGANIZACIONAL

No desenvolvimento de suas atividades de Pesquisa, Desenvolvimento e Engenharia, o CENPES possui três áreas-fim: Exploração e Produção, Engenharia Básica e Industrial.

Além dessas, existem também diretamente ligadas ao Superintendente, áreas responsáveis pelas atividades de Planejamento e Administração Tecnológica, Informação Técnica e Propriedade Industrial, Manutenção, Apoio e Comercialização de Tecnologia e o Programa de Capacitação Tecnológica em Sistemas de Exploração para Águas Profundas - PROCAP, prioritário na Companhia.

4. PRINCIPAIS ATIVIDADES

A atuação do CENPES desdobra-se em três áreas de atividades, as quais constituem a base de sua estrutura organizacional:

a) Pesquisas em Exploração e Produção

São realizadas atividades de pesquisa e desenvolvimento, bem como serviços técnicos relacionados com os programas e projetos de exploração e produção de petróleo. As ações decorrentes incluem trabalhos nos campos da geoquímica, geofísica, geologia estrutural, bioestratigrafia, sedimentologia, análise de interação rocha-fluido, geologia e engenharia de reservatórios, perfuração de poços, tecnologia submarina, corrosão, inspeção de equipamentos e produção de óleo e gás natural.

Convém destacar o Programa de Capacitação Tecnológica em sistemas de Exploração para Águas Profundas (PROCAP), como o maior programa tecnológico desenvolvido pelo SISTEMA PETROBRÁS, em articulação com a comunidade tecnológica nacional e internacional (instituições de pesquisas e firmas de engenharia e prestação de serviços).

As características do solo brasileiro levaram à necessidade de se obter óleo e gás a partir de campos situados em Águas Profundas, exigindo o desenvolvimento de novas tecnologias a nível pioneiro internacionalmente, onde a perfuração *off-shore* representou um papel importante no esforço da Companhia em tornar a produção nesta área tecnicamente viável. Os aperfeiçoamentos alcançados em poços direcionais e horizontais e o desenvolvimento de novos equipamentos muito contribuíram para o aumento da eficiência das operações de perfuração, com impacto significativo na redução de custos.

b) Pesquisa Industrial

São realizadas atividades de Pesquisa e Desenvolvimento, além dos Serviços Técnicos relacionados com os programas e projetos referentes ao processamento de petróleo e derivados (refinação e petroquímica), com a tecnologia de produtos (combustíveis e lubrificantes) e de produção de polímeros e de fertilizantes, com a biotecnologia e a preservação do meio ambiente, bem como análises químicas e avaliações de petróleo.

c) Engenharia Básica

São realizadas atividades de engenharia básica, avaliações técnico-econômicas, serviços e assistência técnica relacionados com os programas e projetos de processamento de petróleo e de seus derivados (refinação, petroquímica, álcoolquímica e produção de fertilizantes), de processamento de xisto e de álcool e de estruturas e instalações de perfuração e produção de petróleo.

Atualmente, a carteira de serviços do CENPES, que é priorizada com os usuários (Departamentos e Serviços da PETROBRÁS), contempla 352 projetos envolvendo 2.000 profissionais.

Planejamento do CENPES

Sendo o CENPES o órgão de coordenação tecnológica da PETROBRÁS, suas atividades estão direcionadas para atender os objetivos sistêmicos e empresariais do grupo PETROBRÁS. Os critérios adotados na seleção de projetos a serem desenvolvidos, apresentam uma interação com os programas considerados prioritários pela Empresa. Para tanto foi criado um grupo de trabalho onde é analisada e discutida, através dos Comitês Estratégico e Operacionais, a seleção dos programas e projetos que deverão ser desenvolvidos, assim como, também, são reavaliadas as atividades em andamento para compará-las com as novas solicitações. O objetivo desses Comitês é estruturar um método qualitativo e simples de avaliação da carteira de programas e projetos do CENPES, a fim de otimizar o esforço em P&D, assegurando a coerência entre a disponibilidade de recursos e as diretrizes estabelecidas pelos Comitês Tecnológicos Estratégicos.

O Sistema de Planejamento e Administração Tecnológica do CENPES foi, portanto, definido para permitir uma visão integrada e global da gestão do processo tecnológico.

Este processo é entendido como o conjunto de eventos e atividades que se processam desde o momento em que é identificada uma necessidade ou uma oportunidade tecnológica da PETROBRÁS, até que os conhecimentos desenvolvidos para esse fim sejam avaliados e implementados.

Tal sistema é subdividido em subsistemas de Macroplanejamento e de Acompanhamento e Avaliação.

5. Recursos financeiros

O CENPES encerrará o ano de 1992 com aplicações em torno de US\$ 130 milhões em projetos de pesquisa, de desenvolvimento e de engenharia.

Apesar de conquistar espaço expressivo na economia brasileira, os recursos que a PETROBRÁS tem aplicado em tecnologia não acompanham os padrões internacionais das maiores empresas de petróleo. Até 1984 a Empresa registrou valores históricos de aplicações no CENPES correspondentes a apenas 0,2% de seu Faturamento Bruto, enquanto as empresas internacionais aplicavam 0,8%. Deve-se considerar também que o Faturamento Bruto das empresas internacionais é muito maior que o da PETROBRÁS, aumentando consideravelmente este patamar considerado.

A partir de 1985, a PETROBRÁS aumentou a alocação de recursos ao CENPES para 0,6% do FB, visando atender principalmente o programa de Capacitação em Águas Profundas (PROCAP).

A seguir os quadros relativos ao Faturamento Bruto do SISTEMA PETROBRÁS, os recursos aplicados no CENPES e a relação percentual entre eles.

Faturamento Bruto da PETROBRÁS
(evolução em US\$ bilhões)

	1987	1988	1989	1990	1991
Sistema Petrobrás	19,9	16,5	15,4	20,4	17,0

Fonte: Annual Reports of PETROBRÁS.

Obs.: O SISTEMA PETROBRÁS é formado pela PETROBRÁS e suas empresas subsidiárias (PETROQUISA, PETROBRÁS DISTRIBUIDORA S.A. (BR), BRASPETRO e a PETROFÉRTIL).

Recursos Aplicados no CENPES.
(evolução dos custos em US\$ milhões)

	1987	1988	1989	1990	1991
Pessoal	99,5	66,6	78,7	62,8	61,3
Apoio	27,2	31,9	33,2	25,2	32,9
Investimentos	7,5	15,2	12,9	5,2	8,5
TOTAL	134,2	113,7	124,8	93,2	102,7

Relação entre os recursos aplicados no CENPES e o
Faturamento Bruto da PETROBRÁS

	1987	1988	1989	1990	1991
--	------	------	------	------	------

%	0,67	0,68	0,81	0,45	0,60
---	------	------	------	------	------

Para dar consequência aos objetivos propostos pelo comitê tecnológico da PETROBRÁS, a Empresa elevou a 1% do seu Faturamento Bruto os investimentos alocados no CENPES, passando a investir em 1993 cerca de US\$ 170 milhões.

Estes recursos foram aplicados nos mais variados projetos, - abrangendo todas as áreas de pesquisa do centro - desde da fase da exploração do petróleo ao seu refino. No entanto, a parcela adicional sobre o faturamento, foi destinada para os projetos considerados estratégicos. Entre eles destacam-se o projeto de redução do custo de produção de petróleo em águas de até 1000 metros de profundidade, para os programas de melhorias da área de processamento de dados e de automação dos laboratórios e plantas pilotos e os programas de redução de custos operacionais no sistema de produção.

Considerando-se, ainda que, os preços atuais do petróleo e derivados, mesmo com as perspectivas de aumento que vem sendo praticado pelo governo nos últimos anos, e a dificuldade de centrar o programa de expansão dos investimentos em empréstimos externos, a PETROBRÁS vem procurando através de sua gestão econômica-tecnológica novas formas para a captação de recursos para o CENPES. Entre elas a venda de serviços (auto-financiamento), a captação de recursos de terceiros e a parceria em desenvolvimento de pesquisas e projetos cooperativos e multiclientes.

6. RECURSOS HUMANOS

Desde a criação da PETROBRÁS, os programas de treinamento de recursos humanos foram considerados fundamentais para a estratégia de sobrevivência da empresa.

Ao ser fundada, a empresa, treinou engenheiros de diversas formações, com o objetivo de capacitá-los, no prazo mais curto possível, a assumir posições chaves nas operações da empresa, principalmente refinarias. O processo de treinamento fornecia, também, através de cursos, conhecimentos na área de projetos de processamento, necessários às atividades de acompanhamento operacional. Esses cursos eram realizados na maioria das vezes em convênios pioneiros com as universidades.

Os programas de treinamento da PETROBRÁS serviram também para treinar pessoal, que mais tarde se transferiu para empresas privadas, supridoras da estatal. Firms de engenharia e empresas de bens de capital eram formadas ou reforçadas com pessoal técnico oriundo da PETROBRÁS. Esses vínculos serviram para criar e manter uma forte articulação com as atividades do setor do petróleo.

A história da formação de P&D na PETROBRÁS pode ser dividida em cinco etapas. A primeira, de 1955 a 1960, na qual a prioridade era o treinamento de pessoal para atender ao controle de qualidade

e serviços técnicos de apoio à operação. Nesta fase o órgão que administrava esse treinamento era o CENAP.

A segunda etapa de 1966 a 1973, se inicia com a fundação do CENPES. Nessa fase, as atividades de treinamento se estenderam às demais áreas da Empresa e foram iniciadas as primeiras pesquisas na área de exploração, através de programas de análise mineralógica por raio X. Na área de química analítica o avanço nesse período foi relevante.

A terceira etapa, que compreende o período de 1973 a 1979, caracterizou-se por uma mudança qualitativa e quantitativa tão importante, que foi considerado o período em que realmente o CENPES começou a efetivamente desenvolver P&D. O crescimento de pessoal em dois anos (74-75) foi de 80%, demonstrando com este fato a importância que a empresa deu ao desenvolvimento da pesquisa em engenharia básica e ao setor de refino e posterior ao setor petroquímico. Nessa etapa o CENPES acumulou resultados positivos em todas as áreas. A participação de outros centros de pesquisas e universidades foi fundamental para o aprimoramento tecnológico do centro.

Embora os resultados alcançados nesta fase, nas áreas de exploração, produtos e engenharia básica de processos fossem considerados significativos, o CENPES não foi capaz de elaborar uma política de P&D para a empresa, que incluísse definições estratégicas de longo prazo; como consequência, a maioria das atividades ficou voltada para o atendimento a otimização dos processos de refino de curto prazo, em detrimento de iniciativas de pesquisa de longo prazo.

A quarta etapa, compreendendo o período de 1980 a 1985, caracterizou-se pela consolidação do aprendizado via desempacotamento de tecnologia, preparando a empresa para a fase de inovação tecnológica. Nesse período o avanço qualitativo das atividades de pesquisa foi grande, sendo motivado, sobretudo, pela crise econômica e energética, que obrigou a PETROBRÁS a adotar uma nova postura frente à questão tecnológica. Como a atividade de P&D já estava estruturada, pôde a empresa acompanhar satisfatoriamente o crescimento da demanda tecnológica exigida, contando com equipes qualificadas tanto em pesquisa como em engenharia básica.

O crescimento das pesquisas em exploração e produção de petróleo *off-shore* foi o mais significativo em função das prioridades determinadas pela empresa.

Esse período coincidiu com o agravamento da crise econômica do País e, mesmo estando a empresa com um aumento considerável da demanda por seus serviços, teve o CENPES que conviver com restrições à contratação de pessoal impostas pela política governamental.

A quinta etapa é a partir de 1986, quando se parte para o estágio de inovação no estado da arte na área *off-shore*, que corresponde ao desenvolvimento de novas concepções tecnológicas, que levará à exportação da tecnologia, sob forma de projetos.

A pesquisa em exploração e produção *off-shore* é a diretriz principal do desenvolvimento tecnológico da empresa, apresentando efeito multiplicador sobre a indústria e impacto positivo em todo o setor de petróleo, a partir do desenvolvimento de processos próprios que foram patenteados.

Atualmente a PETROBRÁS é considerada, pelas maiores indústrias de petróleo internacionais, como uma empresa que atua na fronteira tecnológica de produção *off-shore*.

No entanto, devido à política imposta pelo governo, de limitação na contratação de pessoal, o CENPES foi obrigado a restringir a ampliação de seu quadro de pessoal e o treinamento de técnicos. A solução alternativa, encontrada pela empresa, para dar continuidade aos esforços empreendidos pelo CENPES, foi a contratação de pesquisadores nacionais e estrangeiros em regime de prestação de serviços e a realização de projetos de pesquisas em cooperação com outras organizações.

Tal solução, no entanto, deve ser complementada, no sentido de se manter um fluxo permanente de atualização tecnológica nos quadros técnicos permanentes do CENPES.

A formação de recursos humanos é uma condição indispensável ao desenvolvimento do setor. O aprimoramento do conhecimento só pode ser conseguido através da intensificação em treinamentos e do intercâmbio entre conhecimentos.

A necessidade de valorização mais intensa, efetiva e sistemática dos produtos das atividades de P&D se deve principalmente à crescente escassez de recursos financeiros. É fundamental para o setor preservar e ampliar seus conhecimentos tecnológicos sob pena de perder a fronteira da capacitação adquirida.

Na tabela abaixo está representada a evolução do pessoal do CENPES por área.

Áreas	1987	1988	1989	1990	1991
Pesquisa Exproper (*)	454	443	448	467	480
Eng. Básica Exproper	105	119	125	125	131
Pesquisa Industrial	349	343	354	433	435
Eng. Básica Industrial	140	148	146	144	148
Infra-Estrutura	535	538	547	379	383
TOTAL	1.583	1.591	1.620	1.549	1.577

* Exproper = Exploração, Produção, Perfuração.

A relação entre empregados de nível superior e nível médio é de 50% ficando mantida esta razão no período analisado.

Em 1991 o CENPES, teve cerca de 102 técnicos fazendo cursos de mestrado e doutorado no País e no exterior.

7. RECURSOS LABORATORIAIS

O CENPES está instalado no campus da Universidade Federal do Rio de Janeiro, ocupando terreno com 121.412m², distribuídos entre 16 prédios. Cerca de 8.700 m² destinam-se à Pesquisa de Exploração e Produção, 7.500 m² à Pesquisa Industrial e 4.000 m² à Engenharia Básica.

A maioria dos desenvolvimentos de pesquisas do CENPES pode ser desenvolvida em seus próprios laboratórios. Atualmente, em função do aumento da demanda, o CENPES vem utilizando com maior frequência outros laboratórios, (de Universidades, outros institutos de pesquisa e até mesmo de indústrias) otimizando os recursos disponíveis, tanto laboratoriais quanto financeiros e humanos.

Estudos recentes demonstraram que a ampliação dos laboratórios do CENPES implicaria em deseconomia de escala. Por outro lado, o desenvolvimento tecnológico atualmente realizado pelos países desenvolvidos, tem mostrado que a realização de acordos cooperativos tecnológicos e de projetos multiclientes, vem apresentando vantagens comparativas, que levam a otimizar esforços em diversas áreas, tais como financeiras, humanas e laboratoriais.

8. ARTICULAÇÃO DO CENPES COM AS COMUNIDADES TECNOLÓGICAS NACIONAIS E INTERNACIONAIS

O CENPES vem estabelecendo, desde o início de suas atividades, cooperação técnica com centros de pesquisa, consultores, universidades e empresas fornecedoras de bens de capital.

Inicialmente, esses convênios baseavam-se, principalmente, na importação das tecnologias dos países industrializados, visando à absorção de tecnologias através de contratos de *know-how* e licenciamento de patentes. Com o desenvolvimento e a formação de seus recursos humanos, o CENPES dirigiu esforços para o aprofundamento dos conhecimentos adquiridos com o objetivo de aperfeiçoar e adaptar seus produtos e processos.

Atualmente, diante da avançada capacitação tecnológica adquirida em determinadas áreas, principalmente em exploração e produção de petróleo *off-shore*, o CENPES tem desenvolvido *joint-ventures* com outras companhias de petróleo e firmas de prestação de serviços, aumentando sua participação em desenvolvimentos tecnológicos no exterior, por meio de projetos multiclientes e acordos de cooperação tecnológica.

Mais recentemente, em função de políticas restritivas impostas às Estatais, vêm sendo restringida a participação de pesquisadores no acompanhamento *in loco* dos projetos multiclientes e de cooperação tecnológica no exterior.

A manutenção desta restrição pode acarretar num afastamento na fronteira do conhecimento e das inovações que estão sendo realizados.

Demonstrando interesse e a importância por projetos multiclientes, o CENPES, desde 1985, já examinou 215 projetos assim distribuídos:

Sem interesse para a Empresa	128 projetos
Encerrados	21 projetos
Em andamento	19 projetos
Cancelados	5 projetos
Em negociação	13 projetos
Em análise	29 projetos
TOTAL	215 projetos

OBS. : A amostra acima representada, onde aproximadamente 50% dos projetos multiclientes foram rejeitados, demonstra que, embora haja interesse nesse tipo de desenvolvimento em conjunto, os critérios adotados pelo CENPES para a sua participação, são bastantes seletivos.

Dos treze projetos em negociação, sete são com a Inglaterra (6 com centros de pesquisa e 1 com a Universidade) e seis com os EEUU (5 com centros de pesquisa e 1 com a Universidade).

Destes projetos, 11 situam-se na área de Exploração e Produção, 01 na Engenharia Básica e 01 na área Industrial.

Abaixo estão relacionados os principais centros de Ciência e Tecnologia, no Brasil, que participam do Programa de Capacitação Tecnológica em Águas Profundas (PROCAP) e o número de projetos que desenvolvem para a PETROBRÁS.

Nome do Centro	No. de Projetos
COPPE (Coordenação dos Programas de Pós-graduação de Engenharia)	14
CTA (Centro de Tecnologia da Aeronáutica)	01
FBTS (Fundação Brasileira de Tecnologia da Soldagem)	02
Instituto Brasileiro de Gerência de Risco	01
IPT (Instituto de Pesquisa Tecnológica)	01
PUC (Pontifícia Universidade Católica)	05
UERJ (Universidade do Estado do Rio de Janeiro)	01
UFRGS (Universidade Federal do Rio Grande do Sul)	01
UFSCAR (Universidade de São Carlos)	01
UNICAMP (Universidade de Campinas)	01
USP (Universidade de São Paulo)	05
TOTAL	33

FONTE : CENPES/PETROBRÁS

Notar que a forte presença dos projetos no Rio de Janeiro, sugere que a aproximação das indústrias com o centro favorece o relacionamento.

9. ARTICULAÇÃO DO CENPES COM AS INDÚSTRIAS FORNECEDORAS

O CENPES, através da PETROBRÁS, tem incentivado a participação do empresariado nacional em seus empreendimentos, beneficiando a economia interna e transferindo para o país a tecnologia indispensável ao seu desenvolvimento e à especialização da mão-de-obra em sua área de atuação.

Como a indústria do Petróleo necessita operar com uma baixa margem de tolerância a erros a PETROBRÁS foi obrigada, desde o início, a contar com fornecedores qualificados. Por outro lado dada as dificuldades de importação e a política governamental vigente que privilegiava o abastecimento local de bens de capital, pode a Empresa mobilizar as indústrias existentes no país para a fabricação de materiais e equipamentos dos quais necessitava, procurando sempre atuar em conjunto com as mesmas. Assim sendo, a Empresa adotou uma política agressiva quanto à qualificação de seus fornecedores, desenvolvendo logo de início sistemas de garantia de qualidade própria.

É importante salientar que este tipo de atuação fez do CENPES, além de um gerador de conhecimentos tecnológicos, um órgão difusor de tecnologia para a indústria do petróleo.

Atualmente, o CENPES e as indústrias contam com uma massa crítica de pessoal com nível de conhecimento suficiente para dar um salto qualitativo no processo da capacitação tecnológica.

A demanda por tecnologias em áreas ainda pouco exploradas nos países desenvolvidos, combinada com a postura gerencial adotada pela PETROBRÁS, fez com que se consolidasse no CENPES um centro de alta tecnologia em petróleo, que desenvolve atividades no Brasil e no exterior na busca de soluções que contribuam para o progresso da indústria do petróleo e de seus derivados.

Pode-se considerar que, hoje, a PETROBRÁS já é capaz de projetar refinarias adaptadas às condições locais de processamento, matérias primas etc. A indústria nacional é capaz de fornecer 95% dos equipamentos de uma refinaria. No entanto, a operacionalização desta capacitação depende de oportunidades de projetos de investimentos que, por sua vez, dependem da política de crescimento da empresa.

Por outro lado, o comportamento da PETROBRÁS com as empresas de engenharia e indústrias tem se modificado, a partir do momento em que o CENPES começou a desenvolver uma capacidade inovadora em off-shore, introduzindo novos produtos e métodos de produção. O CENPES vem transferindo, para firmas de engenharia ou empresas industriais a responsabilidade pelo projeto/fabricação de equipamentos. Sua atuação, nessa fase, se restringe apenas ao acompanhamento.

10. PRINCIPAIS REALIZAÇÕES

Como órgão coordenador e executor das atividades de pesquisa, desenvolvimento e engenharia básica da PETROBRÁS, o CENPES tem contribuído significativamente, dentro do esforço global da Companhia, para o domínio das tecnologias utilizadas em suas operações e na constante adaptação à realidade brasileira. A atuação em atividades inovatórias tem crescido nos últimos tempos em face da capacitação já existente e das oportunidades que têm surgido.

Ao longo desses mais de 20 anos, foram muitos os resultados expressivos oriundos das atividades do CENPES, com reflexos positivos inclusive na balança de pagamentos do País, em função da economia de divisas correspondente à assistência técnica, compra de projetos e pagamentos de royalties. Outros benefícios importantes dizem respeito à economia de tempo na solução dos problemas operacionais, à utilização de matérias-primas, equipamentos e materiais fabricados no País e ao incentivo à capacitação tecnológica de firmas brasileiras, fabricantes de equipamentos e prestadoras de serviços de consultoria técnica.

Ao se analisar os resultados conseguidos pelo CENPES, à luz de seu processo de evolução tecnológica, constata-se fases em que as principais conquistas, no início, referiam-se à criação de capacitação técnica nos diversos segmentos da indústria do petróleo. Seguiram-se etapas de

assistência técnica ao SISTEMA PETROBRÁS, com crescente aumento de complexidade tecnológica, que representa até hoje a maior parte das atividades do CENPES.

Além dos projetos de assistência técnica - mais de 500 implantados nos últimos cinco anos - o CENPES vem desenvolvendo atividades inovatórias, escassas nas primeiras fases do processo de aprendizado tecnológico, mas já reconhecidas internacionalmente, mediante a obtenção de patentes em vários países.

Dentre elas, merecem destaque aquelas que, em seu desenvolvimento, envolveram atividades de pesquisa e engenharia básica, de forma seqüencial e coordenada, tais como:

- ! Obtenção da resina estireno-acrilonitrila (SAN) - 1 patente em 4 países;
- ! Produção de eteno por desidratação catalítica do etanol - 2 patentes em 18 países;
- ! Auto-hidrogenação de gás de refinaria para uso na produção de amônia - 1 patente em 2 países;
- ! Obtenção de fertilizantes fosfatados a partir de rochas fosfáticas nacionais com baixo teor - 2 patentes em 14 países;
- ! Compostos sílico-poliméricos para separação de fluidos em fase gasosa - 1 patente em 3 países;
- ! Queimador de óleo para poços de petróleo - 2 patentes em 10 países;
- ! Polimerização de hidrocarbonetos vinílicos aromáticos - 1 patente em 3 países;
- ! Determinação de compostos químicos por quimiluminescência - 1 patente em 5 países;
- ! Produção de coque premium e resíduo aromático - 1 patente em 2 países;
- ! Obtenção de correntes gasosas ricas em eteno - 1 patente em 6 países;
- ! Obtenção de concentrados de magnetita - 1 patente em 4 países;
- ! Correção do perfil de injetividade e/ou produtividade de poços de petróleo - 1 patente em 1 país;
- ! Preparação de aditivo de lama de perfuração - 1 patente em 1 país;

Além dessas inovações patenteadas no exterior, o CENPES desenvolveu outros projetos inovatórios que já resultaram no depósito de 96 pedidos de patentes no Brasil, merecendo destaque:

- ! Produção de polibutadieno líquido hidroxilado (propelente para foguetes);

- ! Preparação de alumina para uso como catalisador ou suporte;
- ! Obtenção de polietileno de alta densidade;
- ! Aquecedores elétricos para aumento da produção de poços de petróleo;
- ! Sistema eletrônico para a medição, computação e controle do fornecimento de fluidos para bombas de gasolina;
- ! Produção de álcool a partir de matérias-primas amiláceas e sacaríneas;
- ! Processos de preparação de zeolito para uso como catalisador, a partir tanto de argilas naturais como de aluminas-silicatos naturais;
- ! Processo para inibir a formação de incrustações em poços de petróleo.

Embora para um país em desenvolvimento e em pleno processo de aprendizado tecnológico os principais resultados tenham, predominantemente, caráter estratégico, o CENPES vem desenvolvendo diversos projetos de alto significado econômico que, se devidamente contabilizados, pagam, com lucro, seu custo operacional.

Dentre eles, podem ser destacados:

- ! Aumento da produção de diesel, por adaptação de unidade existente para outros fins - aumento de realização da refinaria de 30 milhões de dólares/ano;
- ! Aumento da produção de lubrificantes por alterações nas condições de operação da unidade de extração - aumento da realização da refinaria de cerca de 6 milhões de dólares/ano;
- ! Projeto de unidades de processamento de gás natural - economia de 90 milhões de dólares/ano em importação de GLP;
- ! Aperfeiçoamento no projeto de plataformas marítimas - economia de 100 milhões de dólares na previsão da plataforma Enchova - Oeste;
- ! Aperfeiçoamento no projeto de fundações de plataformas marítimas no Pólo Nordeste da Bacia de Campos - economia de 20 milhões de dólares nas estacas;
- ! Adaptação do projeto de risers de unidades de craqueamento catalítico - economia de 4,5 milhões de dólares/ano.

Estes exemplos ilustram o melhor potencial de resultados de expressão econômica que se pode conseguir em atividades de P, D & E na indústria do petróleo.

Dentre os resultados de difícil avaliação econômica, estão as atividades em tecnologia de exploração de petróleo desenvolvidas no CENPES, as quais têm proporcionado à PETROBRÁS significativos benefícios em seu esforço de incrementar as reservas petrolíferas das bacias sedimentares brasileiras.

Nos últimos anos a PETROBRÁS vem realizando importantes descobertas de petróleo, na Bacia de Campos, em profundidades superiores a 400 m. Este sucesso exploratório refere-se principalmente às descobertas dos campos gigantes de Albacora em 1984, Marlin em 1988 e ainda, às descobertas de Bijupirá, em janeiro de 1990, Salema em março de 1990 e Barracuda em outubro de 1990. Estes campos estão localizados a cerca de 110 km da costa, no trecho leste da Bacia de Campos, em lâminas d'água (LDA) que variam de 300 a 2.000 m.

Estima-se que 60% do potencial petrolífero brasileiro, com grande probabilidade de êxito na prospecção esteja situado em águas profundas (entre 400 e 1.000 m LDA) e ultraprofundas (acima de 1.000 m LDA).

O PROCAP, em seus 6 anos de existência (1986/1991), trabalhou no desenvolvimento de 109 projetos multidisciplinares, concentrando 80% dos esforços em extensão de tecnologias já utilizadas pela PETROBRÁS em águas rasas e outros 20% em concepções de sistemas que gerassem inovações tecnológicas.

A PETROBRÁS, que contou com a colaboração de diversas entidades externas neste programa, alcançou capacitação tecnológica plena, através do sistema flutuante de produção baseada em plataforma semi-submersível, para produção em até 1.000 m LDA.

Demonstrando o reconhecimento internacional do esforço da Empresa no desenvolvimento e produção de petróleo em águas profundas, a OTC - Offshore Technology Conference escolheu a PETROBRÁS para receber o prêmio "Distinguished Achievement Award for Companies - 1992", que é uma espécie de prêmio Nobel da indústria do petróleo.

A tabela a seguir apresenta uma relação dos principais projetos e/ou capacitação obtidos no PROCAP, relacionados com o sistema flutuante de produção baseada em plataforma semi-submersível para a produção em até 1.000 m LDA.

1	Semi-Submersível de Produção - Projetos de conversão em geral
2	Semi-Submersível específica de Produção - Projeto Vitória-Régia
3	Sistemas de Amarração - Critérios de projeto com otimização desenvolvida pela PETROBRÁS
4	Sistemas de proteção catódica para linhas hidráulicas de controles nas ANM
5	Template/Manifold para águas profundas - Concepção Diverless - Projeto OCTOS-1000 - GLL - 7 poços - 1000m LDA
6	Manifold Submarino de Produção para águas profundas - Concepção Diverless - GLL - 8 poços - 1000m LDA
7	Manifold Atmosférico de Produção para águas profundas - 8 poços - 600m LDA
8	Sistema de conexão submarina
9	Árvore de Natal Molhada (ANM) para águas profundas DA (300m LDA), DL (1000m LDA)
10	Sistema de Supervisão e Controle remoto para instalações de produção submarinas - Projeto
11	Risers Flexíveis - critérios de projetos
12	Risers Rígidos para perfuração, completação e produção - projeto básico
13	Linha Rígida para águas profundas - avaliação dos métodos de lançamento
14	Metodologias para prever o fenômeno de deposição de compostos parafínicos em linhas de produção offshore - métodos para prevenção e remoção destes depósitos
15	Aquisição e Tratamento de Dados Oceanográficos, Meteorológicos, Geofísicos e Geotécnicos para os campos de águas profundas

III. CEPEL

1. HISTÓRICO

A trajetória da indústria de energia elétrica no Brasil é bastante ilustrativa das dificuldades existentes para o avanço tecnológico autônomo. Em sua fase inicial, o desenvolvimento do setor centrou-se na instalação de sistemas locais de pequeno porte e em alguns empreendimentos de maior vulto, promovidos por grupos estrangeiros, que não só utilizavam equipamentos importados, como também a tecnologia desenvolvida em seus países de origem.

A aceleração da urbanização e da industrialização a partir da década de 1950 repercutiu frontalmente sobre o setor de energia elétrica. O Estado brasileiro começou a intensificar sua participação na produção de energia elétrica, para fazer face ao enorme aumento da demanda desse insumo básico. A energia elétrica, ao lado do petróleo, passou a constituir um dos principais elementos da infraestrutura necessária às transformações sócio-econômicas em curso.

Também nessa década, iniciou-se o processo de implantação, no país, de indústrias voltadas para o setor de energia elétrica, com a internalização da produção de equipamentos, por meio de subsidiárias de grandes conglomerados internacionais. Esse processo de importação de tecnologias, ao mesmo tempo em que beneficiou o setor, na medida em que, efetivamente, houve uma produção nacional, implicou muitas vezes na importação de tecnologias inadequadas às necessidades e especificidades do setor elétrico brasileiro.

A busca de maior autonomia tecnológica no que se refere ao setor de energia elétrica só ocorreu a partir do final da década de 1960, quando o país já havia ingressado na etapa da industrialização avançada, através das indústrias básicas. Os investimentos produtivos do setor estatal, particularmente em energia elétrica, desempenharam papel importante, ativando a demanda nos setores de construção, de bens de capital e intermediários.

O desempenho do setor de energia elétrica durante esse período foi marcado por um intenso surto de expansão, consubstanciado na construção de novas usinas no complexo hidrelétrico de Paulo Afonso, no rio São Francisco, da usina de Marimbondo no rio Grande, da usina de Salto Osório no rio Iguaçu e do complexo hidrelétrico de Ilha Solteira, no rio Paraná.

A notável ampliação da capacidade instalada do sistema elétrico requeria um tipo de tecnologia que, em certos casos, se encontrava em estágio ainda experimental nos países industrializados. Questões como o aproveitamento de fontes energéticas localizadas em regiões cada vez mais distantes das áreas de consumo, a complexidade da operação e do controle de redes de transmissão de energia elétrica - que experimentavam um processo crescente de interligação - e a necessidade de transmitir grandes blocos de energia e realizar sua distribuição em regiões de elevada concentração urbana e/ou industrial provocaram um interesse maior, tanto das concessionárias quanto dos fabricantes de equipamentos na procura de alternativas tecnológicas próprias.

A possibilidade de que determinadas tecnologias viessem a ser aperfeiçoadas - tais como o

desenvolvimento de modelos mais sofisticados e eficazes de planejamento e operação de sistemas e o uso intensivo da microeletrônica nos sistemas de controle das redes de transmissão em extra e ultra-alta tensões e em corrente contínua também contribuiu para reforçar o interesse pelas atividades de pesquisa.

Ao lado das características intrínsecas à dinâmica do próprio setor de energia elétrica, outras, inerentes ao modelo de desenvolvimento substitutivo, atraíram as atenções do Estado para as atividades de pesquisa. Entre essas características, destacava-se a tradicional dificuldade de equilibrar o balanço de pagamentos brasileiro, fortemente onerado pelos gastos com royalties, patentes e assistência técnica a partir desse modelo de desenvolvimento. Foi deste contexto que surgiu, no Ministério das Minas e Energia, a idéia da criação de centros de pesquisas pelas empresas a ele vinculadas. Tal idéia foi consubstanciada em Exposição de Motivos do MME, aprovada pelo Presidente da República em 1971.

Concomitantemente, desenvolveu-se nessa época, no país, uma política científica e tecnológica, que contou com importantes instrumentos financeiros, geridos por diversos órgãos, entre os quais a FINEP e o CNPq, que contribuíram efetivamente para o desenvolvimento tecnológico do setor elétrico.

Foi, no entanto, só em 1974, que a ELETROBRÁS e, na época, suas quatro grandes empresas controladas (FURNAS, ELETRONORTE, CHESF e ELETROSUL), se decidiram pela criação do CEPEL- Centro de Pesquisas de Energia Elétrica, na confluência de duas perspectivas governamentais: de um lado, a de tentar diminuir a carga exercida pelo pagamento de *royalties* e patentes no balanço de pagamentos e, de outro, a de dotar as empresas de energia elétrica de um centro de pesquisas tecnológicas autônomo, tendo em vista as crescentes necessidades de desenvolvimento de equipamentos e sistemas elétricos. As pesquisas, nessas áreas, restringiam-se, até então, às realizadas por laboratórios de indústrias, por alguns institutos eletrotécnicos ligados a universidades, como o de São Paulo, o do Rio de Janeiro e o de Itajubá, e por alguns departamentos de estudos e pequenos laboratórios de algumas empresas concessionárias. Estas, porém, tinham como principal objetivo, solucionar problemas de manutenção de equipamentos e aferição de instrumentos de medição.

O CEPEL foi constituído sob a forma de sociedade civil sem fins lucrativos, isto é, com personalidade jurídica própria e autônomo. A implementação de seu projeto, bem como a construção de suas instalações físicas foram delegadas a FURNAS, pela ELETROBRÁS, que a autorizou a contratar consultores especializados. FURNAS teve o apoio do "Institut de Recherches de L'Hydro-Québec", do Canadá, uma das instituições mais conceituadas do mundo no campo da pesquisa em eletricidade, atuando em condições semelhantes às do Brasil, principalmente no que diz respeito ao aproveitamento de recursos hídricos e aos problemas de transmissão de energia a grandes distâncias.

Em 1979, com a configuração da crise econômica mundial, deflagrada pelos choques do petróleo, praticamente quadruplicando seu preço no mercado internacional, ficou claro para o governo, que o modelo energético, até então fortemente apoiado no petróleo, teria que buscar uma maior participação da energia elétrica.

Para aumentar a oferta de energia elétrica, seria necessário desenvolver esforços tecnológicos que pudessem atender, com eficiência e custos adequados, as crescentes demandas exigidas pelo setor.

Naquela época, as projeções da evolução do setor elétrico brasileiro, a médio e longo prazos, favoreciam a expectativa de que, ainda na década de oitenta, seriam iniciados os grandes aproveitamentos hidrelétricos da Amazônia, exigindo a construção de grandes sistemas de transmissão para interligação aos sistemas sul-sudeste e centro-oeste. Outro grande projeto, mais imediato, era a construção do sistema de transmissão de Itaipu. Essas indicações moldaram, de certa forma, a concepção das instalações e da própria capacitação do CEPEL, orientando-as para estudos e pesquisas na área de sistemas elétricos e, mais particularmente, na área de transmissão de energia, assim como para a realização de ensaios experimentais e instalações de demonstração aplicáveis ao desenvolvimento do setor.

As características do setor elétrico, na época, eram, em síntese, as seguintes: predominância da energia de origem hidráulica com tecnologia de fabricação já de domínio nacional, estabilidade econômica do setor com fácil acesso ao crédito externo e políticas governamentais de proteção à indústria nacional.

Devido a essas características, pôde o setor de energia elétrica se expandir a taxas elevadas, com grande demanda de bens e serviços integrantes de seu processo produtivo. Nesse período vigia, também, uma política governamental de desenvolvimento calcada no processo de nacionalização, no qual a proteção à produção local, os incentivos fiscais e a própria reserva de mercado, limitavam o acesso do setor ao mercado internacional. Assim, embora tivesse como objetivo maior a melhoria da qualidade e a redução relativa do custo do serviço de energia elétrica, para os quais dedicava a maior parte de seus esforços, o CEPEL acabou se engajando, da mesma forma que a ELETROBRÁS e as grandes concessionárias, em programas de adaptação e desenvolvimento próprio da indústria fornecedora de bens e serviços de sua cadeia produtiva, principalmente aos que utilizavam novas tecnologias de forma mais intensa.

Dessa forma, o CEPEL desenvolveu expressivo grau de capacitação tecnológica nos processos inerentes ao serviço de energia elétrica, além de acumular, também, expressivo grau de capacitação para desenvolvimento de produtos e insumos utilizados naqueles processos.

Contudo, a atuação do CEPEL no sentido de promover e estimular uma maior interação com as concessionárias e com fornecedores de bens e serviços que compõem a cadeia produtiva do setor, visando a melhor coordenação das atividades de P&D, bem como o melhor uso da capacitação tecnológica disponível, não foi plenamente desenvolvida.

As razões que impediram uma atuação mais interativa podem ser atribuídas a vários fatores, entre os quais:

- a) o modelo institucional do setor, que, diferentemente de outros setores estatais, não é monopolizado, dificultando bastante a adoção de uma postura uniforme por parte das concessionárias, que privilegiasse a pesquisa tecnológica desenvolvida no país;

- b) à ELETROBRÁS, como empresa *holding* das grandes concessionárias regionais, na medida em que não exerceu a função de agente de planejamento das atividades de P&D do setor e nem atribuiu ao CEPEL o papel de órgão coordenador e difusor de P&D. Como resultado, a atuação do CEPEL se tornou um tanto dispersa, orientando-se para o atendimento de necessidades mais imediatas das concessionárias, em detrimento de programas e projetos de P&D que, embora de mais longo prazo, trariam benefícios mais amplos para o setor elétrico como um todo;
- c) o próprio CEPEL, que, desde sua criação, não priorizou uma gestão científica e tecnológica que definisse critérios de seleção de projetos que, além de atender às reais necessidades tecnológicas do setor elétrico, articulasse sua cadeia tecnológica, de forma a otimizar os recursos destinados a P&D, como também difundir, para todo o sistema elétrico as tecnologias desenvolvidas. Este fato gerou, na própria organização, uma cultura que privilegiou a capacitação tecnológica como um fim em si mesma, ao invés de orientar-se de forma mais empresarial.

Assim, pode-se concluir que o CEPEL, como um órgão de P&D&T, criado para atender o setor elétrico, embora detenha hoje uma reconhecida capacitação tecnológica, um corpo técnico altamente qualificado e instalações laboratoriais ímpares na América Latina, não conseguiu articular-se mais estreitamente com a sua cadeia produtiva, no sentido de atender às necessidades e demandas determinadas pelos seus principais usuários.

Ao acima exposto, acresce-se as dificuldades evidenciadas a partir de meados da década de 80, para financiar a expansão da oferta de energia em níveis adequados ao país, observadas as pressões sociais em defesa do meio ambiente, a ênfase na conservação de energia, a tecnologia aplicada aos serviços de eletricidade, a partir de novas tecnologias introduzidas na informática e na telemática, assim como as mudanças que vêm se verificando na estrutura da produção industrial. Dessa forma havia a necessidade do CEPEL se reestruturar, orientando-se no sentido não só de corrigir as falhas identificadas no passado, como também de acompanhar todo o processo de mudança que vem ocorrendo no setor elétrico e na economia do país.

2. OBJETIVOS E MISSÃO

Com base nas questões críticas do setor elétrico, foi elaborado, em 1991, o Planejamento Estratégico do CEPEL, que determinou, dentro de um contexto mais atual, quais seriam os objetivos tecnológicos do setor e as missões e diretrizes institucionais do Centro.

O trabalho de planejamento desenvolvido pelo CEPEL contou com a consultoria da USP e com a colaboração de especialistas do setor com larga experiência em atividades de pesquisa e de planejamento, projeto e operação de sistemas elétricos, além de ter sido subsidiado por profissionais da indústria, de universidades e de outros centros de pesquisa.

Os objetivos tecnológicos do setor e a missão e diretrizes institucionais do CEPEL a seguir relacionadas, exprimem o resultado dos trabalhos do Planejamento Estratégico e as bases da reestruturação pela qual o Centro passou.

Objetivos Tecnológicos do Setor Elétrico

- a) aprimorar os equipamentos industriais e residenciais que utilizam energia elétrica, para que o façam de forma mais eficiente.
- b) desenvolver equipamentos para usinas hidrelétricas que tenham custos menores e permitam uma operação mais eficaz e eficiente do sistema elétrico.
- c) desenvolver materiais, equipamentos e sistemas de transmissão de energia elétrica que tenham custos menores e permitam uma operação mais eficaz e eficiente do sistema elétrico.
- d) desenvolver equipamentos e sistemas de distribuição de energia elétrica buscando maior eficiência energética e menores custos.
- e) desenvolver ferramental para gerenciamento e controle de sistemas elétricos interligados, com predominância de geração hidrelétrica.
- f) conhecer melhor as características geológicas, hidrológicas, ecológicas e meteorológicas da Amazônia, visando instalar hidrelétricas e linhas de transmissão na região.
- g) melhorar a base de dados sobre transmissão, distribuição e consumo de energia elétrica, aperfeiçoando os instrumentos de planejamento, gerenciamento e métodos de dimensionamento de equipamentos.
- h) desenvolver sistemas de gerenciamento que permitam o uso racional dos recursos hídricos nas situações de uso múltiplo das águas (irrigação, abastecimento, diminuição da poluição etc.).
- i) desenvolver capacitação para projeto, fabricação, instalação e operação de equipamentos utilizados em termelétricas a carvão, a gás natural e/ou derivados de petróleo.
- j) desenvolver a tecnologia de materiais, equipamentos e sistemas para a transmissão de energia elétrica da Amazônia.
- k) aumentar e sistematizar o conhecimento sobre os efeitos ecológicos da construção e operação de unidades de geração de energia elétrica e de linhas de transmissão, visando minimizar seus impactos ambientais.
- l) desenvolver capacitação para projeto, fabricação e instalação e operação de sistemas para geração/aproveitamento de energia elétrica de fontes não convencionais, tais como resíduos petroquímicos, cogeração, energia solar, etc.

- m) desenvolver sistemas de comunicação orientados para o gerenciamento das operações do setor elétrico.
- n) aprimorar processos e materiais usados no projeto e na construção de barragens para hidrelétricas.
- o) desenvolver modelos para gerenciamento de operações que incluam as fontes de origem termoeletrica e contemplem suas características operacionais nos processos de gerenciamento da rede.
- p) desenvolver capacitação para projeto, fabricação, instalação e operação de usinas nucleares.

Missão e Diretrizes Institucionais do CEPEL

Missão

Contribuir para o permanente aprimoramento e adequação do serviço de energia elétrica, efetivando novos padrões de qualidade, produtividade e economicidade, mediante ações de pesquisa, desenvolvimento, promoção e transferência de tecnologia para o setor elétrico brasileiro.

Sob a denominação de setor elétrico brasileiro incluem-se as concessionárias de serviços públicos de energia elétrica (federais, estaduais e privadas) e seus fornecedores de bens e serviços.

Para a consecução dessa missão, foram definidas as seguintes diretrizes institucionais para o CEPEL:

1. constituir-se em centro de excelência nas áreas de pesquisa e desenvolvimento tecnológico de interesse do setor elétrico.
2. buscar coordenar as atividades de interesse do setor elétrico em consonância com a política industrial e tecnológica do setor e do país.
3. apoiar o desenvolvimento tecnológico das empresas concessionárias e das indústrias de bens e serviços pertinentes ao setor elétrico.
4. buscar assegurar o apoio financeiro e a flexibilidade operacional necessários à condução dos trabalhos de P&D de interesse do setor elétrico.

Com o concurso de seu Conselho Consultivo e de seu corpo gerencial e, tendo como referência os objetivos tecnológicos do setor elétrico, foram estruturados os objetivos tecnológicos do CEPEL. O conjunto destes objetivos constitui uma estratégia institucional, refletindo o julgamento do setor elétrico com respeito à sua evolução futura, seus desafios e necessidades em relação à atuação do CEPEL.

3. ESTRUTURA ORGANIZACIONAL

Ao definir as bases para o processo de reestruturação, cujo objetivo principal foi o de adequar sua estrutura às diretrizes estabelecidas em seu Planejamento Estratégico Tecnológico-PET, optou-se por uma estrutura matricial que viabilizasse a busca da excelência em áreas de conhecimento especializado, ao mesmo tempo que permitisse a focalização em resultados tecnológicos específicos, de interesse de seus patrocinadores e na aplicação eficiente dos recursos alocados aos projetos.

Nessa forma de organização, foram considerados dois conjuntos de atividades: o primeiro refere-se às atividades como as de pesquisa disciplinar e as atividades técnicas de engenharia, ensaio, certificação, qualificação e controle de qualidade, organizadas por função especializada ou área de conhecimento. O segundo, as atividades com forte interface com o ambiente externo e que exigem alto grau de criatividade, flexibilidade e orientação para resultados, tipicamente as de pesquisa aplicada, desenvolvimento tecnológico e estudos de avaliação e prospecção, organizadas por projeto, com equipe multidisciplinar, liderado por um gerente.

Esses dois modos de organização passaram a coexistir na estrutura do CEPEL, mantendo suas características distintas, porém integrados no processo de trabalho. A coexistência é realizada pela subordinação em dois agrupamentos, conforme as características das atividades, o que permite a adoção de modelos organizacionais apropriados a cada um deles.

Ao estabelecer esse novo modelo de estrutura, a reforma organizacional contemplou os seguintes objetivos:

- a) preparar o CEPEL para atender aos desafios crescentes impostos pelas características da expansão do sistema elétrico do país, em um ambiente mais competitivo, com plena valorização da criatividade, qualidade e produtividade;
- b) tornar o CEPEL mais orientado para atender às políticas tecnológicas decorrentes do planejamento de longo prazo do setor e às necessidades inerentes às concessionárias;
- c) criar condições para maior integração do CEPEL com as concessionárias, indústrias e instituições congêneres, inclusive do plano externo, assegurando a prática de padrões internacionais em seus serviços e projetos;
- d) aumentar a eficiência e a produtividade de seus processos e recursos, em especial de seu corpo funcional, tornando efetiva a geração, a absorção e a transferência de tecnologia;
- e) diversificar as fontes de recursos, orientando-se para a busca de clientes e/ou parceiros para seus projetos.

Nessa estrutura, buscou-se conciliar o objetivo de aumento da eficiência e da produtividade, com o de maior aproximação e melhor atendimento aos patrocinadores e clientes, através da criação das Coordenações de Programas. Atuando como elos permanentes de ligação com o mercado usuário

dos produtos tecnológicos do CEPEL, essas Coordenações ampliaram e diversificaram as relações e parcerias comerciais do Centro, sinalizando a orientação para resultados, dentro do conceito de qualidade total.

A partir da elaboração do PET, foram identificados vários aspectos de cunho tecnológico e organizacionais que deveriam ser aprimorados. Para assegurar o desenvolvimento harmonioso das atividades operativas e de inovação do Centro, tornou-se necessário o reagrupamento dos recursos humanos e materiais disponíveis, de modo a haver uma maior integração com as necessidades do setor elétrico.

Para a realização desse reagrupamento em Áreas de Conhecimento, realizou-se um profundo questionamento das competências disponíveis, as quais foram reduzidas a um tamanho mínimo, denominadas "células". Essas "células" foram agrupadas em quatro grandes Áreas de Conhecimento: Eletrotécnica, Sistemas, Eletrônica e Materiais e Mecânica.

De maneira semelhante à que foi feita para as Áreas de Conhecimento, os laboratórios em operação no CEPEL foram classificados em três categorias. Uma delas agrupa os laboratórios voltados para estudos e desenvolvimento de projetos próprios das células de conhecimento. Esses laboratórios, chamados de internos, ficaram vinculados às Áreas de Conhecimento específicas e têm, como característica principal, a pouca ou nenhuma prestação de serviços para clientes externos. Um outro grupo de laboratórios está à disposição, tanto para estudos quanto para projetos, internos ou externos, prestando serviços segundo uma programação negociada com os usuários. Por último, há o grupo de laboratórios voltados exclusivamente para clientes externos. Os agrupamentos de laboratórios, segundo os conceitos acima, estão apresentados mais adiante, na seção em que são apresentados os recursos laboratoriais do CEPEL.

Cumprir observar que, além das atividades usuais de apoio, que se mantiveram numa Superintendência de Administração e Finanças, foram criados dois órgãos de Assessoria ligados diretamente à Direção do Centro: um, responsável pelo processo de planejamento, avaliação e seleção de projetos e orçamento programa e, o outro, pelas atividades de comercialização e transferência de tecnologia.

Ao mesmo tempo em que procedeu à reestruturação e à definição das Áreas de Conhecimento e outras divisões funcionais, o CEPEL desenvolveu um amplo trabalho de reavaliação dos projetos e atividades que vinha desenvolvendo, contando, para tanto, com a participação da ELETROBRÁS e de diversas empresas concessionárias. Ao longo desse trabalho, o Centro reduziu sensivelmente o número de projetos em curso, encerrando os de menor interesse e agrupando os que eram afins. Como resultado desse processo, foram consolidados, coerentemente com as diretrizes do PET, os grandes Programas de P&D em que hoje o CEPEL concentra seus esforços e que são:

- ! Planejamento e Operação Elétrica
- ! Planejamento e Operação Energética

- ! Extensão de Vida Útil e Recapacitação de Instalações
- ! Utilização de Energia
- ! Supervisão, Controle e Proteção de Sistemas Elétricos
- ! Tecnologia de Equipamentos e Instalações de Transmissão e Distribuição
- ! Automação da Distribuição.

4. ARTICULAÇÃO INTERNA E EXTERNA

Como já foi dito anteriormente, a articulação do CEPEL com sua cadeia produtiva e com outros centros de pesquisa afins e universidades carece ainda de uma maior integração. Um dos fatores apontados com mais frequência para essa articulação refere-se a ausência de uma coordenação com vistas à integração. Porém, quando a demanda do setor elétrico se insere nos projetos considerados de interesse do grupo técnico do CEPEL, a integração é perfeita. Com efeito, o relacionamento do Centro com sua carreira produtiva pode ser assim descrito:

a) com a ELETROBRÁS e Empresas Controladas

A ELETROBRÁS e as demais empresas do grupo são as maiores usuários do CEPEL. Este fato pode ser explicado por estar a maior parte de seus projetos vinculada aos recursos de contribuições.

Assim, a ELETROBRÁS e suas empresas controladas, principais mantenedoras do CEPEL, mantêm com o Centro, duas modalidades de relacionamento para o desenvolvimento de seus projetos de P&D. A primeira, vinculada aos programas contratados quando da definição do orçamento do CEPEL, ou seja, o Centro obriga-se a desenvolver pesquisas que são decorrentes das prioridades identificadas pelas mantenedoras. Na segunda, a ELETROBRÁS ou qualquer das controladas, paga ao Centro pelo desenvolvimento de projetos julgados importantes, mas que não tiveram cobertura de contribuições.

Segundo opiniões obtidas junto a técnicos da ELETROBRÁS, responsáveis pelo acompanhamento desses projetos, a atuação do CEPEL carece de uma prévia análise da relação custo/benefício. Outro problema evidenciado foi com relação às dificuldades de entrosamento entre os pesquisadores do CEPEL e os técnicos da ELETROBRÁS, na definição do que é prioritário para o setor elétrico. Os técnicos da ELETROBRÁS questionam a postura do CEPEL, considerada pouco empresarial. Segundo eles, o CEPEL não atua como órgão executor de uma demanda determinada pelo setor, buscando, ele próprio, definir sua linha de atuação no que se refere ao desenvolvimento tecnológico. Entretanto, reconhece-se que quando há convergência de opiniões e de interesses sobre determinados projetos, os resultados apresentados pelo CEPEL são considerados excelentes.

Com relação à divulgação dos resultados obtidos pelo CEPEL, no sentido de otimizar os recursos aplicados na pesquisa e de difundir os progressos técnicos alcançados para todo o setor elétrico, a atuação do CEPEL foi considerada incipiente, evidenciando seu descompromisso como órgão difusor de tecnologia.

Outros pontos críticos destacados dizem respeito aos atrasos nos cronogramas estabelecidos e aos custos dos projetos que são contratados com recursos extra-contribuições, considerados muito elevados quando comparados aos de centros de pesquisa no exterior. O CEPEL justifica-se, afirmando que os centros de pesquisa no exterior, em geral, não oneram seus trabalhos com custos de infra-estrutura de apoio, integralmente financiada por suas mantenedoras, o que não ocorre no seu caso, onde a infra-estrutura é financiada por esses projetos.

b) com outras concessionárias de energia elétrica

A procura dessas concessionárias pelo CEPEL é menor do que a verificada pelas empresas do grupo ELETROBRÁS. No entanto, suas avaliações não diferem muito das acima descritas. A maioria das concessionárias considera que o CEPEL tem pouco conhecimento dos problemas que atingem a área de distribuição de energia. Para as concessionárias, o CEPEL é um órgão da ELETROBRÁS, que atua para atender à *holding* e não aos interesses das concessionárias. O Centro, por sua vez, argumenta que as empresas distribuidoras é que ainda não conseguiram se articular, através do CODI- Comitê de Distribuição, para a execução de projetos de interesse comum.

As concessionárias consideram os preços dos serviços cobrados pelo CEPEL altos e que existe grande atraso na execução de projetos. Quando necessitam de algum desenvolvimento ou de testes e ensaios, utilizam, na maioria das vezes, seus próprios centros de pesquisas ou de indústrias fornecedoras.

Verificou-se, também, que existe pouco conhecimento por parte das concessionárias, dos trabalhos desenvolvidos pelo Centro, bem como de sua potencialidade, evidenciando o pouco entrosamento entre ambos.

c) com fornecedores de bens e serviços

Muitos fornecedores do setor são empresas subsidiárias de multinacionais, com laboratórios de P&D em suas matrizes. Alguns destes possuem laboratórios no país, para a realização de testes e ensaios ou para pesquisas que apresentam pouco valor agregado.

A utilização do CEPEL por fornecedores é, na maioria das vezes, para a realização de testes e ensaios. Consideram os trabalhos do Centro muito caros, criticam sua desarticulação com a indústria e acreditam que seu interesse está mais voltado para as concessionárias do setor elétrico. O fato de o CEPEL localizar-se no Rio de Janeiro e a maioria das indústrias em São Paulo é também

considerado um fator limitativo para procura. Muitos fornecedores preferem recorrer a centros de pesquisas e laboratórios mais próximos.

De uma maneira geral, os fornecedores acreditam na capacitação técnica do CEPEL, mas reconhecem suas dificuldades de integração com os fabricantes. Reconhecem a importância de se ter um Centro como agente de P&D para o setor elétrico e julgam que o mesmo deve dar suporte tanto às concessionárias quanto às indústrias, no que se refere às atividades tecnológicas.

A maioria dos fornecedores entrevistados demonstrou interesse em realizar trabalhos em conjunto com o CEPEL, principalmente no que se refere às novas tecnologias aplicadas ao setor.

d) com Universidades e centros de pesquisas afins

As articulações do CEPEL com Universidades e centros de pesquisas no Brasil são também consideradas incipientes, na medida em que o mesmo não se utiliza de toda a capacitação disponível nessas instituições.

Com centros de pesquisas e Universidades estrangeiras o intercâmbio é mais estreito, havendo sempre troca de informações e acompanhamento das tecnologias que estão sendo desenvolvidas no exterior. A explicação para este fato, talvez seja a de que os centros de P&D estrangeiros estão melhor organizados e estruturados para atuarem como difusores de tecnologia.

Apesar da importância que o CEPEL atribui ao seu relacionamento com Universidades e centros de P&D, nos últimos anos, devido à escassez de recursos financeiros, o Centro foi obrigado a reduzir seus dispêndios com treinamento de pesquisadores nessas entidades.

Conclusão

A implementação de uma articulação mais intensa com o setor produtivo (ELETROBRÁS, concessionárias e fornecedores), bem como com as Universidades e centros de pesquisas afins, é uma preocupação do CEPEL que ficou evidenciada na sua nova estrutura organizacional do CEPEL.

Buscou-se, nessa reestruturação, uma maior coordenação de ações, a fim de potencializar a capacitação existente em toda a cadeia do complexo elétrico, com o objetivo de propiciar o desenvolvimento e, principalmente, a difusão de tecnologias que contribuam para a melhoria do sistema e, conseqüentemente, a redução da carga de investimentos de que necessita o setor elétrico para sua expansão.

Entidades com que o CEPEL mantém convênios:

a) no país

LAC/COPEL, Centro de Tecnologia da PROMON, IPT-Instituto de Pesquisas Tecnológicas, PETROBRÁS/CENPES, TELEBRÁS/CPqD, UFRJ/COPPE/ COPPETEC, USP e UNICAMP.

b) no exterior

ASINEL (Espanha), CESI (Itália), CRIEPI (Japão), EDP (Portugal), EPRI (EUA), INESC (Portugal), IREQ (Canadá), IIE (México), ISA (Colômbia), KEMA (Holanda), LCIE (França), LICQ (Portugal), PTB (Alemanha) e UN La Plata (Argentina).

5. RECURSOS FINANCEIROS

A principal fonte de suprimento de recursos destinados ao CEPEL, tanto para investimentos quanto para custeio, constitui-se de contribuições dos sócios fundadores, calculadas com base no denominado PDT - Programa de Desenvolvimento Tecnológico da ELETROBRÁS. Mesmo durante a fase de implantação, quando o CEPEL recorreu a financiamentos para a construção e montagem dos laboratórios, tais contribuições, equivalentes, à época, a cerca de 0,5% do capital social da ELETROBRÁS, demonstravam a capacidade de endividamento do Centro, assegurando-lhe crédito, com relativa facilidade, junto aos principais agentes financiadores. Os dados apresentados a seguir, de Fontes e Usos de Recursos do CEPEL, podem ilustrar melhor a evolução de sua situação financeira.

FONTES E USOS DE RECURSOS DO CEPEL - 1974/1992
(Valores em US\$ milhões correntes)

DESCRIÇÃO	74/75	76/77	78/79	80/81	82/83	84/85	86/87	88	89	90	91	92
RECURSOS TOTAIS	8,2	33,1	62,5	52,4	39,4	26,8	42,5	27,3	30,0	33,6	28,3	25,7
RECEITA PRÓPRIA	-	0,4	1,1	3,2	5,2	2,5	5,3	2,5	1,9	4,4	4,9	1,3
CONTRIBUIÇÃO DOS SÓCIOS	7,6	21,8	15,7	8,6	13,1	8,8	36,8	24,2	27,1	28,5	22,9	23,0
EMPRÉSTIMOS E FINANCIAMENTOS	-	7,3	34,9	39,8	20,8	15,5	-	-	-	-	-	-
- DA ELETROBRÁS	-	-	19,3	31,5	18,8	14,8	-	-	-	-	-	-
- DE OUTRAS ORGANIZAÇÕES	-	7,3	15,6	8,3	2,0	0,7	-	-	-	-	-	-
OUTROS RECURSOS	0,6	3,6	10,8	0,8	0,3	-	0,4	-	-	0,6	1,0	0,7
DISPÊNDIOS TOTAIS	8,2	33,1	62,5	52,4	39,4	26,8	42,5	27,3	30,0	33,6	28,3	25,7
INVESTIMENTOS	6,3	26,5	43,6	16,8	5,2	4,0	10,5	4,4	1,7	0,3	0,8	0,9
DESPESAS DE CUSTEIO	1,9	6,6	15,9	23,2	23,9	16,2	29,0	21,7	27,4	32,6	26,8	24,0
- PESSOAL	1,1	4,9	9,7	13,5	14,0	10,0	20,2	15,2	20,8	25,7	20,6	19,2
- OUTROS CUSTEIOS	0,8	1,7	6,2	9,7	9,9	6,2	8,8	6,5	6,6	6,9	6,2	4,8
AMORTIZ.& ENC. DE EMPR. E FINANC...	-	-	3,0	13,4	10,3	6,6	3,0	1,2	0,9	0,7	0,7	0,8

Em princípios da década de 80, as fontes de financiamento começaram a restringir seus empréstimos e o governo passou a controlar mais o endividamento e os dispêndios das empresas estatais. Em consequência, na impossibilidade de ver aumentadas as contribuições dos seus sócios fundadores, o CEPEL passou a suprir-se de empréstimos da própria ELETROBRÁS, em substituição aos empréstimos que antes eram obtidos de outras fontes.

Nesse período, com o crescimento real das despesas de custeio e a gradativa redução do valor real do PDT, em face da política de capitalização da ELETROBRÁS, parte dos recursos de financiamento tomados com a mantenedora principal passou a destinar-se à cobertura de deficits de custeio e à rolagem de uma dívida artificial crescente, fato que, por implicar apenas em jogo contábil sem vantagem alguma para as partes, acabou por determinar o aumento do valor relativo das aplicações da ELETROBRÁS no PDT e, conseqüentemente, das contribuições ao CEPEL, o que lhe permitiu, de alguma forma, equilibrar seu orçamento durante algum tempo, conforme mostram os dados apresentados.

É importante observar que os aumentos de contribuições ao CEPEL tinham reflexo duplo sobre as empresas sócias: de um lado implicavam em aumento das despesas e, de outro, face às limitações que vinham sendo impostas pelo governo, num sacrifício às atividades próprias dessas empresas, em benefício do Centro.

Assim, embora o CEPEL tivesse podido manter suas finanças razoavelmente equilibradas, um cenário de dificuldades vinha se esboçando aliado ao fato de que, como instituição, o mesmo já vinha tendo um tratamento como empresa governamental e sujeito, portanto, às mesmas restrições impostas às suas mantenedoras. Restrições estas que não foram aplicadas com rigor devido ao empenho da ELETROBRÁS junto às autoridades governamentais controladoras e ao envolvimento do CEPEL em programas de impacto político como, por exemplo, o PROCEL - Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica.

De qualquer forma, inexistia qualquer mecanismo formal que assegurasse ao Centro a manutenção de aportes de contribuições crescentes, de acordo com suas propostas orçamentárias.

No período que se seguiu ao ano de 1987, o agravamento da situação financeira da ELETROBRÁS e do setor em geral, as dificuldades de obtenção de recursos de financiamento, a redução das receitas próprias, que em outra épocas chegaram a representar 22% do custeio, e as mudanças no comportamento da própria ELETROBRÁS, que passou a exigir do CEPEL maior rigor no atendimento às restrições governamentais, o Centro passou a enfrentar sérias dificuldades. Primeiro, com restrições aos investimentos, que não permitiram sequer a recuperação e/ou reposição de equipamentos e instalações danificadas pelo uso ou até mesmo tecnicamente obsoletas e, posteriormente, com restrições também às despesas de custeio.

Desta forma, o CEPEL chegou aos anos de 1991 e 1992 com uma estrutura de recursos bastante desgastada e sem quaisquer perspectivas seguras para o futuro.

Atualmente, existem duas definições formais a respeito das responsabilidades pela cobertura dos orçamentos do CEPEL e, mesmo assim, ainda bastante limitadas:

- a) de acordo com o Estatuto do CEPEL, os sócios fundadores obrigam-se a assegurar, mediante contribuições, o montante total do orçamento aprovado pelo Conselho de Administração, o que equivale a dizer, pela ELETROBRÁS e suas associadas;
- b) o montante de recursos que a ELETROBRÁS obriga-se, por seu próprio Estatuto, a destinar anualmente ao PDT-Programa de Desenvolvimento Tecnológico, do qual cerca de 90% destinam-se ao pagamento de sua contribuição ao CEPEL, é de no mínimo 0,5% de seu capital social em 31 de dezembro do ano anterior.

Considerando-se que somente o orçamento de pessoal do Centro, previsto para 1993, é cerca de quatro vezes o valor mínimo do PDT e, além disso, que os orçamentos da ELETROBRÁS assim como os das demais empresas sócias fundadoras estão sujeitos sempre à aprovação das autoridades governamentais, pode-se concluir que as contribuições ao CEPEL, não são tão permanentes e tampouco seguras como seria desejável, quando menos para assegurar a cobertura de suas necessidades de custeio. Justifica-se, portanto, supor que, ainda que não explicitamente definida, seja atribuída ao CEPEL uma grande parcela de responsabilidade pela obtenção dos recursos necessários ao desenvolvimento de suas atividades.

Se, de um lado, não existem dúvidas quanto à manutenção de um centro de pesquisas para o setor elétrico, questiona-se, de outro, até que ponto este centro será capaz de gerar recursos para si mesmo, para pelo menos manter os níveis qualitativo e quantitativo de atendimento aos seus usuários. Considerando-se que substancial parte da receita própria do Centro provém de concessionárias, como pagamento pela prestação de serviços, se suas dificuldades de caixa chegam até a impedi-las de contratar serviços essenciais às suas operações, não se pode esperar que elas venham a fazer contribuições a um centro de P&D, cujos desenvolvimentos são de alto risco e os benefícios esperados a médio e longo prazos.

Sendo assim, o CEPEL estuda, atualmente, estratégias de atuação que visam a atender, fundamentalmente, os objetivos pretendidos pelo Centro. As estratégias propostas a seguir poderão conduzir aos objetivos pretendidos:

- a) redução gradativa dos valores de contribuições das empresas sócias, até o nível suficiente apenas para assegurar os dispêndios com a reposição e recuperação de equipamentos desgastados ou obsoletos, acrescidas, quando necessário, de contribuições extraordinárias para a cobertura de investimentos específicos, aprovados pelo Conselho de Administração;
- b) formação gradativa de um patrimônio constituído por ações de empresas, até um nível capaz de assegurar rendimentos anuais de dividendos, suficientes para cobrir as despesas correntes de custeio do Centro; em princípio, numa fase inicial, este patrimônio deverá ser constituído de ações preferenciais de concessionárias, doadas pelo governo federal ou pela ELETROBRÁS ao CEPEL, com cláusula restritiva de venda; a médio e longo prazos, o próprio CEPEL deverá incorporar participações em indústrias, comercializando sua tecnologia em troca de posições acionárias;
- c) a celebração de contrato de longo prazo, de prestação de serviços pelo CEPEL à ELETROBRÁS, de suporte aos seus programas de pesquisa e desenvolvimento tecnológicos;
- d) a alteração dos estatutos das empresas controladas, no sentido de neles fazer constar, da mesma forma que consta no da ELETROBRÁS, a criação de um Programa de Desenvolvimento Tecnológico - PDT, estabelecendo valores mínimos de aplicações anuais em programas a serem desenvolvidos pelo CEPEL.
- e) alteração na forma de exploração de projetos de desenvolvimento tecnológico industrial: ao invés da venda de homens-hora, que implica em venda antecipada de resultados duvidosos (tecnologia ainda não desenvolvida) ou mesmo do licenciamento com pagamento de *royalties*, o que implica num reforço substancial dos mecanismos para sua cobrança, o CEPEL passaria a investir nesses projetos, com recursos próprios ou de financiamento e, obtendo êxito, buscaria formas de associação com a indústria, no sentido de participar da exploração do produto em si e de seus eventuais sucedâneos, estabelecendo um compromisso econômico permanente com o beneficiário da tecnologia e um compromisso tecnológico com o produto e seus desenvolvimentos futuros. Em casos nos quais não houvesse possibilidade ou interesse por parte da indústria beneficiária nesse tipo de associação, o CEPEL deveria negociar a venda da tecnologia, eventualmente

financiada, porém, pelo preço de oportunidade e não pelo custo de sua produção e, além disso, em condições que lhe assegurassem o acompanhamento e acesso aos desenvolvimentos futuros;

- f) exploração de novas oportunidades de negócios que poderão surgir com a abertura do mercado interno a importações; para isso, o Centro deveria, desde já, pesquisar tecnologias concorrentes existentes no exterior, com boas perspectivas de aplicação no país e, antecipando-se a iniciativas do setor privado, em geral pouco preocupados com a absorção, adaptação e desenvolvimentos posteriores, adquirir os direitos de exploração, se possível, extensivo a outros países para os quais existam facilidades de exportação, daquelas que apresentassem condições mais atrativas, para depois negociá-las com a indústria, da mesma forma que a proposta no item anterior; a cobertura dos custos dessas formas de exploração de oportunidades, estará condicionada à disponibilidade de recursos próprios ou de financiamentos.
- g) aumento da renda de prestação de serviços de ensaios e assistência técnica mediante redução de custos e ajustamento dos preços praticados a níveis compatíveis com o interesse do mercado, além de um esforço mais dirigido para a comercialização de tais serviços; a eventual impossibilidade de tornar tais serviços rentáveis, deverá impor a realização de estudos mais aprofundados sobre a possibilidade de sua transferência a outras organizações;
- h) exploração adequada de outras alternativas de obtenção de recursos, tanto para o CEPEL quanto para o sistema de P&D que atua no setor, através de uma maior interação com os órgãos e agentes financiadores e de fomento à pesquisa, medida que permitirá, a médio e longo prazos, a formação de uma rede de tecnologia setorial, além da otimização global dos recursos disponíveis para essa finalidade.

CONCLUSÃO

Acredita-se que a implementação de uma orientação mais empreendedora e mais empresarial às atividades do Centro, em associação com fornecedores de bens e serviços e uma maior interação com as concessionárias poderia, a médio prazo, contribuir para melhorar o grau de participação de sua receita própria nos fluxos de entradas de recursos, reduzindo o grau de dependência hoje existente em relação à rubrica de contribuições dos sócios e, conseqüentemente, conferindo-lhe maior autonomia e flexibilidade de gestão. Trata-se, neste contexto, de buscar um tipo de associação empresarial com a indústria em que o CEPEL possa participar mais diretamente da exploração do produto em si, e não da tecnologia nele incorporada.

É importante destacar aqui, que não se trata também de explorar a tecnologia via contratos de licenciamento, como já foi experimentado em outras ocasiões, sem qualquer retorno financeiro significativo. Além do mais, ficou constatado que, neste tipo de contrato, o CEPEL perdeu o vínculo com os desenvolvimentos subsequentes do produto, defasando-se em termos tecnológicos, o que não é recomendável sob nenhum aspecto.

A orientação que se acredita mais adequada para a comercialização de tecnologia desenvolvida no CEPEL é a da associação, de fato e de direito, para a comercialização do produto, quer sob a forma de "joint venture" quer sob a de nova empresa em que a tecnologia entre como participação do Centro na formação do capital ou, ainda, sob qualquer outro tipo de contrato em que, além do pagamento da tecnologia fossem assegurados ao CEPEL, direitos específicos de acompanhamento da comercialização do produto e de seus eventuais sucedâneos, assegurando, desta forma, a manutenção do vínculo com a tecnologia transferida e com os desenvolvimentos subsequentes.

No tocante à exploração das atividades típicas de prestação de serviços, como são os casos de ensaios e testes, em laboratório ou no campo e assistência técnica em geral, vale comentar que, até o presente, o CEPEL vem atuando nos mesmos moldes de uma firma de consultoria, isto é, cobrando seus serviços à base do custo direto, acrescido de uma taxa de *overhead*.

6. RECURSOS HUMANOS

Uma das principais preocupações do CEPEL, na época de a sua criação, foi com a formação de profissionais devidamente treinados para a execução de suas atividades.

Para tal, foram realizados diversos programas de intercâmbio com instituições de ensino e de pesquisas, no país e no exterior. Para a realização desses programas o CEPEL com recursos próprios e com recursos de várias entidades nacionais e internacionais entre elas a FINEP, CNPq, CIDA e BID.

Atualmente, devido às dificuldades na obtenção de recursos externos e às próprias dificuldades do CEPEL, seu programa de formação e aperfeiçoamento de pessoal ficou limitado aos recursos obtidos junto ao CNPq, através do programa RHAE.

Por outro lado, o CEPEL não tem se empenhado em captar recursos junto a outras organizações, de vez que, em geral, essas entidades exigem contrapartidas ou divisões de custos com os quais o Centro não teria condições de arcar.

Os objetivos pretendidos pelo CEPEL, na busca de padrões cada vez melhores de qualidade e custo do serviço de energia elétrica e a melhoria da eficiência e da eficácia nos próprios serviços que presta, têm sido objeto de permanente preocupação por parte do Centro, resultando daí, seu esforço de preservação dos quadros técnicos, sobretudo no momento em que o governo se vê empenhado em implementar programas como o da Competitividade Industrial e o de Qualidade e Produtividade, merecendo especial citação, também, o Programa de Conservação de Energia Elétrica - PROCEL, no qual o CEPEL responde pela Coordenação Tecnológica.

No sentido de contribuir com os esforços de redução dos gastos governamentais e das empresas do governo, em 1991, o CEPEL passou por um processo de enxugamento em seu quadro de pessoal, conforme demonstra o quadro a seguir, e onde pode-se verificar que tal enxugamento deu-se,

principalmente, nas áreas de apoio administrativo, compensando-se a redução dos quadros pela introdução de processos de automação e racionalização de rotinas.

EVOLUÇÃO DO QUADRO DE PESSOAL

DISCRIMINAÇÃO	1989	1990	1991	1992
. PESQUISADOR	194	192	184	173
. TÉCNICO	192	186	171	166
. APOIO	390	368	319	265
TOTAL DO QUADRO	776	746	674	604

Nas áreas técnicas, buscou-se preservar e manter as equipes das áreas de conhecimento consideradas estratégicas para a atuação do CEPEL, concentrando-se os cortes nos quadros de estagiários.

Em 1992, quando da realização do Planejamento Estratégico Tecnológico - PET, novos cortes foram realizados, a partir de recomendações mais específicas quanto à reestruturação do Centro diante das novas necessidades identificadas.

Atualmente, o Centro atua com os níveis mínimos de pessoal exigidos pela operação dos laboratórios e para manter a massa crítica essencial em suas diversas Áreas de Conhecimento, buscando, através da contratação de profissionais autônomos e outras instituições, a complementaridade requerida para o desenvolvimento de seus programas de pesquisa. Além disso, tem procurado intensificar trabalhos cooperativos e desenvolver projetos multiclientes, com universidades e outros centros de pesquisas, empresas concessionárias e fornecedores de bens e serviços.

A preocupação do Centro, no momento, refere-se ao aperfeiçoamento de seu quadro técnico, de modo a não se distanciar da fronteira tecnológica nos segmentos em que já detêm capacitação e nos que foram assinalados no PET como prioritários a serem desenvolvidos.

Deve-se reconhecer, finalmente, que não é suficiente ao CEPEL manter-se na fronteira tecnológica. Ao longo do presente trabalho, ficou evidenciada a necessidade de capacitar o CEPEL a integrar-se, de fato, com todos os segmentos da cadeia produtiva do setor. É necessário, portanto, que o Centro invista, também, na formação complementar de seus gerentes de projeto, capacitando-os a uma atuação orientada pelo mercado e valorizada por seus resultados.

Trata-se, enfim, de tornar eficazes as diretrizes do PET, onde identificou-se a necessidade de se adotar uma postura gerencial mais atuante.

7. RECURSOS LABORATORIAIS

O CEPEL conta com dois grandes conjuntos de laboratórios: um situado na Ilha do Fundão, Cidade Universitária e o outro, em Adrianópolis, município de Nova Iguaçu.

No conjunto do Fundão, que também abriga a Administração do CEPEL, concentram-se laboratórios de pequeno porte como os de materiais, química, mecânica, eletrônica, utilização de energia e de ensaios em equipamentos de baixa tensão.

Em Adrianópolis estão os laboratórios e instalações de testes de equipamentos de alta tensão e alta potência, bem como o laboratório de ensaios de equipamentos para instalação em ambientes sujeitos a explosão.

Segundo a atual organização do Centro, os laboratórios são administrados segundo sua principal clientela. Assim, tem-se:

- a) Laboratórios voltados para usuários do CEPEL - São aqueles cujos trabalhos têm origem em solicitações internas, demandadas em geral, por gerentes de projetos de pesquisa. Neste conjunto encontram-se os laboratórios de Química analítica, de Medição e Controle de Energia, de Eletrônica de Potência e Qualidade de Energia, de Sistemas de Supervisão e Controle, de Sensores a Fibra Ótica e Automação da Distribuição.
- b) Voltados para usuários internos e clientes externos - São aqueles cujos trabalhos originam-se tanto de solicitações internas de gerentes de projetos quanto de concessionárias e fornecedores. Pertencentes a este conjunto estão os laboratórios de Corrosão, de Metalurgia, de Propriedades Mecânicas, de Materiais Dielétricos Sólidos, de Simulação Eletrostática, de Envelhecimento Acelerado de Materiais Dielétricos, de Materiais Cerâmicos e Poliméricos, de Materiais Dielétricos Fluidos, de Papéis Isolantes, de Ensaios de Compatibilidade Eletromagnética em Equipamentos Eletrônicos, de Sistemas de Proteção (relés), de Dispositivos de Baixa Tensão, de Ensaios Dielétricos (Hall de Alta Tensão), de Ensaios Corona (interno e externo), de Ensaios Dielétricos com Poluição, de Ensaios de Impulso de Corrente, de Ensaios Dielétricos (testes externos), de Alta Corrente, de Média Potência, de Correntes moderadas, Circuito Sintético, de Laboratório de Aferição/Calibração, e de Simulação de Redes.
- c) Laboratórios voltados para clientes externos - São aqueles cujos trabalhos, na sua quase totalidade, têm origem em solicitações de fornecedores. Neste conjunto estão os laboratórios de Refrigeração, de Iluminação, Segurança Intrínseca, de Invólucros à Prova de Explosão, de Segurança Aumentada e de Proteção Mecânica.

Todos os desenvolvimentos e testes realizados no país, pelo CEPEL, são executados com seus próprios recursos laboratoriais. Só excepcionalmente o Centro utiliza-se de outros laboratórios, por conveniência de projetos desenvolvidos em cooperação com outras organizações.

Os laboratórios do CEPEL vêm sendo, desde 1983, credenciados pelo Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial-INMETRO, que é o órgão responsável pela certificação de conformidade, no país.

Atualmente, o CEPEL dispõe de credenciamento para realizar ensaios nos seguintes produtos:

- ! plugues, tomadas e interruptores de uso doméstico
- ! fusíveis limitadores de baixa tensão
- ! disjuntores de baixa tensão
- ! lâmpadas incandescentes
- ! reatores para lâmpadas fluorescentes
- ! etiquetagem informativa de refrigeradores, combinados, congeladores e conservadores
- ! relés de medição, relés eletrônicos térmicos, relés de impedância
- ! fios e cabos para baixa tensão
- ! equipamentos elétricos para atmosferas explosivas
- ! compatibilidade eletromagnética em equipamentos eletrônicos

Além disso, o Laboratório de Calibração e Aferição do CEPEL faz parte da Rede Nacional de Calibração, também coordenada pelo INMETRO.

8. RESULTADOS DO CEPEL

Ainda que a quantificação dos benefícios de um centro de pesquisas como o CEPEL seja difícil, a consideração de alguns exemplos, de apropriação mais imediata, é ilustrativa. Assim, podem ser mencionados:

- a) a simples existência de laboratórios capazes de realizar ensaios e testes anteriormente só realizáveis no exterior tem proporcionado economia substancial de divisas para o setor, além da economia de custos, propriamente dita, de vez que, em geral, a realização de testes de equipamentos de grande porte ou de importância significativa para a confiabilidade do sistema é sempre acompanhada por inspetores das concessionárias. Desta forma, a realização de testes no país poupa, também, recursos que seriam dispendidos com transporte de equipamentos e viagens ao exterior. Estima-se que, nos últimos dez anos, o setor tenha economizado cerca de US\$ 50 milhões, pela realização de testes no CEPEL.

- b) a existência de facilidades de ensaio no país, também proporcionou benefícios de difícil quantificação, em termos econômicos. Pode-se mencionar por exemplo, que equipamentos de alta tensão eram, em geral, superdimensionados, para evitar que não passassem pelos ensaios no exterior. A realização de ensaios no país e a assistência dada pelo CEPEL, permitiu aos fabricantes a adequação dos projetos de seus equipamentos, economizando os custos do superdimensionamento. Além disso, equipamentos de menor porte, como os utilizados nos sistemas de distribuição e que raramente eram testados, em face dos custos da realização de testes no exterior, passaram a ser testados rotineiramente, permitindo um aumento no grau de confiabilidade dos mesmos e, conseqüentemente, do próprio sistema elétrico.
- c) ainda a propósito da simples existência das instalações do CEPEL, pode-se mencionar a facilidade que as mesmas proporcionam aos fabricantes nacionais, para que realizem desenvolvimento próprio, ao invés de simplesmente comprarem licenças de fabricação de fornecedores estrangeiros. A existência de alguns laboratórios do CEPEL permitiu ainda que fossem criados programas específicos de melhoria da qualidade de equipamentos como o PROQUIP, que num de seus projetos, o de chaves e elos fusíveis utilizados na distribuição, vem proporcionando uma economia anual estimada em US\$ 16 milhões, contra gastos da ordem de US\$ 150 mil na realização de ensaios.
- d) os desenvolvimentos realizados pelo CEPEL, de *software* para planejamento e operação de sistemas, alguns até exportados para países mais avançados, têm proporcionado economias substanciais para o setor. A título de exemplo, pode-se mencionar o modelo computacional desenvolvido para otimização da operação de sistemas hidrotérmicos, que começou a ser utilizado em 1979, em substituição à metodologia da "curva limite", até então utilizada. Estimativas da ELETROBRÁS indicaram que tal substituição proporcionou uma economia de cerca de US\$ 260 milhões, somente nos primeiros cinco anos de utilização da nova tecnologia.
- e) a existência e a utilização do laboratório de simulação de redes- TNA, também tem proporcionado economias substanciais para as concessionárias que o utilizam. CESP e CHESF, por exemplo, graças a estudos desenvolvidos pelo CEPEL, no laboratório de simulação, evitaram compras desnecessárias para seus sistemas (reatores ishunt), com valores totais estimados de US\$ 3,5 milhões, tendo gasto com tais estudos apenas US\$ 130 mil. A CEMIG pode também ser citada como beneficiária de estudos realizados no laboratório de simulação do CEPEL, que levaram à decisão de adquirir o compensador estático de Ouro Preto na forma "piece by piece", o que proporcionou à empresa uma economia de US\$ 1,5 milhões.
- f) na área de materiais, a atuação do CEPEL levou também a resultados expressivos. Estudos e ensaios realizados para identificar as causas dos vazamentos que ocorriam no condensador do circuito secundário Usina de Angra I, levaram o CEPEL a recomendar à empresa o uso de proteção catódica. Após a aplicação do sistema, não mais ocorreram vazamentos, evitando a redução da carga da usina a 50% e proporcionando economias da ordem de US\$ 8 milhões anuais. Outro exemplo dos benefícios das atividades do Centro na área de corrosão pode ser apresentado pela CHESF, que ao adotar a solução recomendada pelo CEPEL, de uso de mistura solo-cimento para proteção anti-corrosiva das fundações da LT Presidente Dutra- São Luiz,

evitou prejuízos que poderiam elevar-se a US\$ 3 milhões por cada vez que caísse uma torre, o que certamente ocorreria, caso não tivesse sido adotada essa solução.

- g) na área de eletrônica aplicada o CEPEL desenvolveu e transferiu para a indústria, várias tecnologias, podendo-se destacar, entre os produtos que as agregam, o terminal de aquisição de dados, comercializado pela Microlab, o terminal distribuído de aquisição de dados e o registrador de perturbações, ambos comercializados pela Multitel, o centro de operação regional, desenvolvido em parceria com Furnas e transferido para a Prólogo, Consip e Microlab, o registrador de tarifa diferenciada para a Prólogo, o simulador digital para teste de relés, para a Inepar, o modem de 9600 BPS para a ELEBRA e inúmeros outros equipamentos de larga aplicação em sistemas de controle, proteção e medição. Os benefícios resultantes da atuação do Centro na área de eletrônica aplicada, não avaliáveis em termos quantitativos, se traduzem no fortalecimento da indústria nacional e nos ganhos de competitividade dos seus produtos, hoje largamente utilizados pelas concessionárias do país.

IV. CPqD

1. HISTÓRICO

A partir de 1965, com a rápida expansão do sistema básico de telecomunicações realizada pela EMBRATEL, tornou-se evidente a vulnerabilidade do setor face à sua total dependência em relação à tecnologia estrangeira.

A capacitação tecnológica nacional nessa área, no entanto, dependeria de uma ação política do governo na promoção das atividades de P&D, que se concretizou a partir de 1972 com a criação da TELEBRÁS.

Inicialmente o desenvolvimento tecnológico do setor se deu pela inclusão de um Departamento de Pesquisa e Desenvolvimento, na estrutura da então Diretoria Técnica da TELEBRÁS. Dispondo de um pequeno grupo de universitários contratados para a realização de atividades de pesquisa básica, o Departamento alcançou considerável resultado no período de 1973 a 1976. Posteriormente, a contratação de serviços se estendeu a algumas indústrias nacionais tendo por objeto o desenvolvimento de determinados projetos específicos, tais como o de antenas de satélites, o telefone padrão brasileiro e o multiplicador digital, entre outros.

Assim, de 1973 a 1976, a TELEBRÁS empenhou-se em desenvolver uma capacitação científica, tecnológica e industrial através de projetos contratados, inicialmente com as universidades e, a seguir, com as indústrias.

Esses projetos conduziram a um aumento significativo do contingente de recursos humanos habilitados para o trabalho de P&D, e permitiram a detecção de oportunidades tecnológicas mais interessantes e consistentes com a capacitação brasileira. Essas e outras condições propícias levaram à criação, em 1976, do CPqD - Centro de Pesquisa e Desenvolvimento, para funcionar como um elo

tecnológico entre as universidades, as indústrias e as empresas operadoras dos serviços de telecomunicações.

A escolha da localização do Centro em Campinas, teve como fatores fundamentais, além da proximidade a grandes centros como São Paulo e Rio de Janeiro, o fato de ser um grande polo científico e cultural, contando com uma infra-estrutura capaz de oferecer condições para o recrutamento e fixação de profissionais.

Desde o início, a TELEBRÁS acreditou que para o desenvolvimento de estudos de pesquisas o modelo ideal seria o de parceria com as universidades e que as atividades de P&D não poderiam estar unicamente canalizadas em contratos com entidades externas.

Por outro lado, a execução das atividades do Centro, através de uma estrutura própria e verticalizada, não seria a melhor solução, pois não contaria com a adequada participação industrial e acadêmica.

Portanto, o modelo equacionado, implicou na seleção de quatro tipos de agentes para a execução dos trabalhos de P&D, que formaram o quadro de pessoal do Centro: grupos universitários, indústrias nacionais, empresas operadoras do STB e os pesquisadores contratados pelo próprio Centro.

O CPqD ficou, assim, caracterizado por atividades principalmente de desenvolvimento, associadas às indústrias, ficando a maioria dos trabalhos de pesquisa, à cargo das universidades.

No entanto, o que ocorreu efetivamente é que o SISTEMA TELEBRÁS, sendo constituído por uma elite formada na sua maioria por engenheiros militares que detinham grande conhecimento em telecomunicações no exterior, adotaram um modelo de atuação cujas decisões e execução de atividades foram muito centralizadas, afastando-se do modelo inicialmente idealizado. Por outro lado o Centro foi obrigado em muitos desenvolvimentos partir da pesquisa básica, dada as suas características setoriais, de evolução tecnológica rápida, tendo que contar com o apoio das universidades e centros de P&D. Em geral esses desenvolvimentos foram realizados em conjunto com as universidades e indústrias, onde o CPqD dispendeu muito tempo e recursos, na medida em que centralizou esforços e arcou com todo o ônus da capacitação industrial.

A função principal, do CPqD, seria na sua fase inicial, a de um laboratório de P&D para a indústria nacional emergente, evoluindo gradativamente para as pesquisas de alto risco que não fossem de interesse imediato da indústria.

Sendo assim, a TELEBRÁS com a criação do Centro, consolidou uma estrutura de P&D, onde o principal objetivo era o desenvolvimento tecnológico setorial, que visasse a diminuição da dependência do setor de telecomunicações com relação à tecnologia estrangeira. Tal objetivo refletia claramente uma política da autonomia tecnológica.

Em 1980 o CPqD já havia alcançado capacitação tecnológica industrial em vários segmentos. Suas atividades de pesquisa estavam voltadas prioritariamente para a cobertura de um campo de atuação que contemplava a comutação eletrônica, transmissão digital, comunicações ópticas, comunicação

por satélite, comunicação de dados. A nível de projetos ganhava prioridade o Projeto Trópico de Comutação Digital, que numa queima de etapas havia substituído a comutação eletrônica para a expansão do sistema para o digital, acompanhando as transformações tecnológicas à nível internacional, que situavam-se neste paradigma.

Até 1985, período que corresponde a primeira etapa de desenvolvimento, o CPqD concentrou suas atividades no desenvolvimento do produto com testes de campo. O projeto só era considerado finalizado com a definição do produto. A participação da indústria ocorria de forma eventual, apenas com o fornecimento de recursos humanos, arcando a TELEBRÁS com todas as despesas, inclusive com o salário dos técnicos da indústria quando cedidos ao Centro.

Os contratos de transferência de tecnologia abrangiam período de 5 anos incluindo-se nestes contratos assistência técnica para absorção de tecnologia, bem como consultoria para melhoria do produto.

Era previsto a cobrança de *royalties* que variavam de 1% à 5% do preço líquido da venda do produto final.

É importante esclarecer que, embora a cobrança dos *royalties* fosse uma das cláusulas do contrato de transferência de tecnologia, realizado entre o CPqD e a indústria, a cobrança e o acompanhamento dos mesmos na maioria das vezes não era efetuada.

Em 1985, início da segunda etapa de desenvolvimento, a TELEBRÁS define uma política de P&D, dando ênfase ao desenvolvimento no País de uma capacitação tecnológica e industrial que assegurasse a prestação dos serviços de telecomunicações, com utilização de bens e serviços produzidos com tecnologia nacional.

Para execução dessa política a TELEBRÁS elaborou o Plano Plurianual de P&D do SISTEMA TELEBRÁS determinando as fontes de recursos correspondentes.

A evolução tecnológica dos produtos, construídos a partir de um conjunto mínimo de blocos básicos de *hardware* e *software*, tinha como referência uma especificação padrão em termos de concepção do sistema, empacotamento elétrico e mecânico e circuitos.

Nessa etapa de desenvolvimento, o CPqD transferiu para o setor industrial a competência e responsabilidade do desenvolvimento do produto da fabricação, cabendo ao Centro o desenvolvimento da tecnologia do produto.

Essa mudança de comportamento do Centro com as indústrias teve como objetivo reduzir os custos de desenvolvimentos dos protótipos. Por outro lado, acreditava-se que a indústria já estava capacitada a desenvolver, por si só, a tecnologia de produção. Nesta fase coube também as indústrias, assumirem o ônus do próprio pessoal dentro do CPqD, assim, como também, eram obrigadas a assinarem um termo de compromisso com os *royalties* pré-fixados. O pagamento desses *royalties* era

decorrente do nível de participação no desenvolvimento, com direito à antecipação do recebimento da documentação técnica.

A terceira etapa, iniciou-se a partir de 1987, e tinha como objetivo limitar as atividades de P&D do Centro à pesquisa aplicada e ao desenvolvimento de protótipos testados. Essa etapa na verdade, era uma consequência direta da anterior.

O objetivo do CPqD desde 1985, era de fato definir um ponto de corte no desenvolvimento tecnológico, através da elaboração de um "protótipo aranha", passando, então, a fabricação do produto para a indústria.

A implementação dessa estratégia teve o efeito de diminuir o nível especificação de detalhamento do produto para a indústria, exigindo, no entanto, uma maior especificação das interfaces com o CPqD. Um dos principais aspectos preocupantes da implementação dessa estratégia seria o aparente aumento dos custos de desenvolvimento que a indústria teria que arcar e a urgente necessidade de capacitação de algumas delas para desenvolverem o produto.

A partir de 1989, em função das mudanças macroeconômicas e do setor de telecomunicações que vinham se delineando no país, o CPqD dá início a um processo interno de planejamento estratégico, que tinha como objetivo adequar os trabalhos do Centro à nova política industrial - de maior competitividade.

Na avaliação realizada para a implantação de uma reestruturação ficou evidenciado que o CPqD caracterizou-se, muito mais, como um laboratório de desenvolvimento de produtos para o segmento industrial, do que um centro de P&D do SISTEMA TELEBRÁS, cujo principal objetivo seria desenvolver pesquisa e difundí-la para todo o setor de telecomunicações.

Isso não quer dizer, no entanto, que os estudos e pesquisas realizadas pelo CPqD, estivessem desvinculados das necessidades das empresas operadoras do setor. O que aconteceu foi que esse vínculo, sempre careceu de uma estrutura mais adequada e de uma formalização interna que caracterizasse os requisitos prioritários das empresas concessionárias.

Assim, ao final do processo de reestruturação, constatou-se a necessidade de uma maior aproximação do Centro com as empresas operadoras, ou seja, com a atividade-fim do STB, e de uma maior ênfase em atividades cujos resultados fossem diretamente transferíveis para essas empresas.

2. PRINCIPAIS PRODUTOS E FABRICANTES

Em acórdância com as linhas de atuação do SISTEMA TELEBRÁS no que concerne ao desenvolvimento de produtos, assim como o licenciamento dos mesmos e de seus fornecedores, é de se destacar a relação a seguir indicada:

2.1. PRODUTOS DESENVOLVIDOS

! Família MCP: multiplexadores digitais para 30, 60, 120 e 480 canais telefônicos (à taxa de 2,8 e 34 Mbit/s) para telefonia e dados.

! MDT-101B: multiplexador digital.

Família CD: concentradores.

CETEX: Central de Comutação para a Rede Nacional de Telex.

! COMPAC Sistemas de Computação de Pacote: Concentrador, central de comutação e centro de supervisão e controle para a Rede Nacional de Comunicação de Dados por Comutação de Pacotes.

! Família TRÓPICO: Central de comutação telefônica.

TRÓPICO C: concentrador digital (192 terminais).

TRÓPICO R: central de pequeno porte (4000 terminais).

TRÓPICO RA: central de grande porte (35000 terminais).

! Fibra Óptica: monomodo e multimodo, para aplicação em sistemas de telecomunicações.

! Telefone e Teclado.

! ELO-34: equipamento de transmissão por fibra óptica a 34 Mbit/s.

! RADI-234: rádio digital em 2 GHz operando à taxa de 34 Mbit/s.

! Família de equipamentos para Transmissão de Sinais Via satélite: antenas, amplificadores de baixo ruído, amplificadores de potência, equipamentos para estações de alta e baixa capacidades, equipamentos para transmissão e recepção sinais de TV.

! Laser: diodos de Arseneto de Gálio.

! Circuitos Híbridos a Filme Espesso.

! Circuitos Híbridos a Filme Fino.

! Circuitos Integrados Dedicados.

! Microondas: amplificadores de potência para sistemas de transmissão em microondas.

- ! Blocos Horizontal e Vertical.
- ! Resinas: para bloqueio de pressurização.
- ! Caixa de Emendas: para cabos ópticos.
- ! TP - Cartão Indutivo.

2.2. PRODUTOS LICENCIADOS

- ! Acoplador Óptico.
- ! ADP.
- ! Aparelho Telefônico a Disco.
- ! Aparelho Telefônico a Teclado.
- ! Antena para a Faixa de UHF.
- ! Antena Parabólica de 6 m.
- ! Amplificadores de Alta Potência - 100 W.
- ! Alimentador RX - TX para Antena Refletora Simples.
- ! Antena de 4,5 m para Comun. Via Satélite - ANSAT 4,5.
- ! Antena de 3 m.
- ! Antena Off-Set Banda C.
- ! Acoplador Direcional de Banda Larga.
- ! Blocos Terminais para Aparelhos Telefônicos.
- ! BLI - 10.
- ! BLA - 50.
- ! Bloco Horizontal e Vertical para DG.
- ! Braçadeira Ajustável.

- ! Caixa de Emendas para Cabos Ópticos - 24 Fibras.
- ! Caixa Emenda p/Cabos Ópticos - 120 Fibras.
- ! Caixa Protet. e Plataforma p/Emendas fibras Ópticas.
- ! Cartão Indutivo do TP - Cartão.
- ! CD - 2400 A.
- ! CD - 2400 B.
- ! CD - 2400 N.
- ! CD - 2400 S.
- ! CD - 2400 T.
- ! CD - 2400 X.
- ! CETEX (Central Eletrônica de Textos).
- ! Circuito Filme Espesso.
- ! Circuitos a filme Fino.
- ! COM - Centralizado de Operação e Manutenção.
- ! COMPAC.
- ! Composto Fotocurável para Fibras Ópticas.
- ! Conector de Blindagem.
- ! Conectores TBC.
- ! Conjunto para Teste Rádio Monocanal.
- ! Conjunto para Emenda Reentrável de Cabos.
- ! Conjunto Leitora para Cartão Indutivo.
- ! CX - 25 Conversor de Protocolos.

- ! Diodo Laser de Arseneto de Gálio.
- ! Disp. Optoeletrônico de Fosfeto de mndio.
- ! EBC.
- ! EBC E ETP - RX MSG: TX TV de Baixo Custo.
- ! EBC - SCPC - BC e US Dados.
- ! Eletroformação.
- ! ELO - 34.
- ! ELO TV.
- ! EPEL.
- ! Equip. PA - 10 W/A e 10W/B - V.SAT - A.
- ! Equipamento RX - TV.
- ! Equip. RX/TV 270 MHz.
- ! ERTV - BC/II.
- ! Fibras Ópticas Monomodo.
- ! Fibras Ópticas Multimodo.
- ! Fontes de Alimentação MCP - 30 e MDT - 101 B.
- ! Linhas Artificiais.
- ! Máquina de Emenda para Fibras Ópticas Mepo - 50.
- ! MCP - 120.
- ! MCP - 480.
- ! MCP - 30.
- ! MCP - 60.

- ! MDT 101 - B.
- ! Mecânica Horizontal.
- ! Mistura de Carbonato em Centelhadores.
- ! Partes Plásticas Telefone a Teclado.
- ! Partes Plásticas Telefone a Disco.
- ! Partes Plásticas Aparelho Telef. Mod. Mesa.
- ! Partes Plásticas do Digifone.
- ! PA - 5W/RD.
- ! PA - 5W/SAT. A.
- ! PA - 5W/SF.
- ! Processador Preferencial.
- ! RADI - 234.
- ! RADI - 900.
- ! Resina.
- ! Resina de Poliuretano.
- ! RESISTEL - 002.
- ! Sistema Excitador de Mensagem.
- ! Sistema ABR.
- ! Sistema AP - 5W/SAT - B.
- ! Sistema PA - 10W/V SAT - B.
- ! Sistema RX Mensagem.
- ! Testador de Junções.

- ! TP - Cartão Indutivo.
- ! TPF - BL.
- ! TPF - PL.
- ! Trópico C.
- ! Trópico R.
- ! TX - 25.
- ! U C VOZ SCPC (ETP).

2.3. FABRICANTES LICENCIADOS

- ! ABC ITALTEL.
- ! ABC TELEINFORMÁTICA S.A.
- ! ABC TELETTRA.
- ! ABC XTAL COMPONENTES E MAT. ELÉTRICOS S.A.
- ! AGC OPTOSYSTEMS.
- ! ALBRI TINTAS E VERNIZES LTDA.
- ! AMPLIMATIC TELECOMUNICAÇÕES S.A.
- ! ANTENAS SANTA RITA LTDA.
- ! AsGa MICROLETRÔNICA.
- ! AUTEL S.A. TELECOMUNICAÇÕES.
- ! AVEL AMPERE VOLT ELETRÔNICA LTDA.
- ! AVIBRAS INDÚSTRIA AEROESPACIAL S.A.
- ! BARGOA CONECTORES IND. E COM. S.A.
- ! BATIK EQUIPAMENTOS S.A.

! BRACEL CONDUTORES ELÉTRICOS LTDA.

! BRASILSAT S.A.

! CALCON TECNOLOGIA S.A.

! CASA DA MOEDA.

! CELTA INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA.

! CMW EQUIPAMENTOS S.A.

! CONTROL-IGB CONTROL.

! DARUMA TECNOLOGIA EM ELETR. E TELEINFORMÁTICA LTDA.

! DISSOLTEX INDÚSTRIA QUÍMICA LTDA.

! ELEBRA TELECON LTDA.

! ELECOMPAR - ELETRIF. E COM. DO PARANÁ LTDA.

! ELMA TELECOMUNICAÇÕES S.A.

! EQUITEL S.A. EQUIPS. E SISTEMAS DE TELECOMUNICAÇÕES.

! ERICSSON AMAZÔNIA.

! ERICSSON DO BRASIL COM. E INDÚSTRIA S.A.

! FÁBRICA NACIONAL DE SEMICONDUTORES.

! FONEMAT INDÚSTRIA PARA TELECOMUNICAÇÕES.

! HARALD S.A.

! HIDRATEL S.A. INDÚSTRIA, COMÉRCIO E REPRESENTAÇÕES.

! ICA TELECOMUNICAÇÕES LTDA.

! IGB.

! IMPLAS INDÚSTRIA MINEIRA DE PLÁSTICOS LTDA.

! INDUMEX S.A. INDÚSTRIA E COMÉRCIO.

! INTERBRÁS S.A. IND. DE TELECOMUNICAÇÕES ELETR. BRAS.

! INTERPRINT.

! MAPRA IND. E COM. DE ANTENAS LTDA.

! METALÚRGICA FORJATIL LTDA.

! MICROLAB S.A.

! MONYTEL ELETRÔNICA E TELECOMUNICAÇÕES LTDA.

! MULTITEL SISTEMAS S.A.

! MANSEN S.A. INSTRUMENTOS DE PRECISÃO.

! NEC DO BRASIL S.A.

! ORTENG IND. ELETRO-MECÂNICA ORTENG LTDA.

! PHT SISTEMAS ELETRÔNICOS LTDA.

! PROQUINOR PROD. QUÍMICOS DO NORDESTE LTDA.

! PROTELCO INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA.

! RADIANT.

! RDD DIELÉTRICOS S.A.

! REDEX EQUIPAMENTOS ELETROMECAÂNICOS LTDA.

! ROMITEL INDUSTRIAL E COMERCIAL LTDA.

! SALT SOCIEDADE ANÔNIMA DE ALTA TECNOLOGIA.

! SAT SUL AMÉRICA TELEINFORMÁTICA S.A.

! SCHAUSE.

! SESA STANDARD ELETRÔNICA S.A.

- ! SID TELECOMUNICAÇÕES E CONTROLES S.A.
- ! SIJ PRODUTOS PLÁSTICOS SIJ LTDA.
- ! SITELTRA S.A. SISTEMAS DE TELECOMUNICAÇÕES E TRÁFEGO.
- ! SPECTROPLASTRI COM. IND. EXP. E SERVIÇOS LTDA.
- ! SPLICE DO BRASIL TELECOM. E ELETRÔNICA LTDA.
- ! STAUCEL PRODUTOS QUÍMICOS LTDA.
- ! STC TELECOMUNICAÇÕES LTDA.
- ! TDA IND. DE PRODUTOS ELETRÔNICOS S.A.
- ! TELEMAR INDÚSTRIA METALÚRGICA LTDA.
- ! TELEMULTI S.A.
- ! THOMAS DE LA RUE.
- ! TOYAMA ELETRÔNICA LTDA.
- ! TRACECOM TELECOMUNICAÇÕES E INFORMÁTICA LTDA.
- ! UTRERA PLÁSTICOS UTRERA LTDA.
- ! WGB ELETRÔNICA LTDA.

3. PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO

Tendo em vista os cenários político, institucional, tecnológico e industrial, nacionais e internacionais, o CPqD começou em meados de 1989 a se reestruturar, através de um processo de planejamento integrado.

Com base nesses cenários e utilizando técnicas prospectivas, foi identificada a missão da instituição e definido um conjunto de diretrizes de atuação para o futuro, assim como os contornos das transformações que poderia passar o setor de telecomunicações na década de 90.

Este processo de planejamento contou com inúmeros debates realizados primeiramente dentro da TELEBRÁS e posteriormente com as maiores empresas operadoras do SISTEMA TELEBRÁS, representantes do setor industrial e do setor de telecomunicações. Na elaboração da metodologia

considerou-se alguns condicionantes fundamentais (insuficiência financeira, necessidade de enxugamento do quadro de pessoal, adoção de estratégia voltadas mais para as necessidades sistêmicas) devido a natureza da situação com relação as especificidades do contexto externo e do ambiente interno do CPqD, especialmente no que diz respeito a conjuntura governamental.

No final do ano de 1990 foi aprovado pelos diretores da TELEBRÁS e de várias empresas operadoras, uma nova forma de atuação do CPqD, determinando uma maior seletividade na realização de projetos voltados para a obtenção de produtos industriais e direcionando a instituição para a realização de estudos sistêmicos de telecomunicações e de atividades que proporcionassem subsídios tecnológicos para a evolução da rede e dos serviços de telecomunicações. Definiu-se também o engajamento do CPqD no desenvolvimento de sistemas operacionais (SO), cuja necessidade já havia sido detectada pelo STB.

Considerando o grande esforço de P&D a nível mundial voltado para os sistemas operacionais, que permitem antever a possível disponibilidade futura de sistemas mais padronizados, e o fato de que o desenvolvimento e a implantação de ferramentas de *software* para a gerência de redes e serviços requer investimentos de vulto e um grande esforço gerencial, o SISTEMA TELEBRÁS está avaliando atualmente qual deva ser, efetivamente, o papel do CPqD nessa área.

4. ESTRUTURA ORGANIZACIONAL

A nova estrutura organizacional pretende, através de um modelo mais racional e simplificado, dar um enfoque mais sistêmico às atividades de P&D; garantir um grau crescente de automação das atividades operacionais; desenvolver produtos com a participação cada vez maior das indústrias; prestar consultoria tecnológica e transferência de conhecimento ao SISTEMA TELEBRÁS, às indústrias às entidades externas e capacitar-se em tecnologias básicas (microeletrônica e optoeletrônica) consideradas fundamentais para se cumprir os objetivos de P&D do Centro, com um enfoque mais sistêmico.

Essa nova estrutura está voltada ao apoio mais estreito às necessidades tecnológicas das empresas operadoras, sem que isso represente um enfraquecimento da interface CPqD/indústria.

A importância da escolha seletiva dos projetos a serem desenvolvidos, exige que o tripé formado pelo SISTEMA TELEBRÁS, CPqD/Universidades e Indústrias esteja fortemente articulado.

Segundo esse enfoque, montou-se uma estrutura criando um Departamento de Sistemas de Operação - DSO, encarregado das atividades relacionadas com o S.O. - e foram priorizados os projetos SAGRE - Sistema Automatizado de Gerenciamento de Rede Externa-, SGE - Sistema de Gerência e Equipamentos e SADAN - Sistema de Administração de Acomodações e Números. Um Departamento de Desenvolvimento de Sistemas, voltado para o tratamento integrado em comutação, transmissão, acessos e terminais; um Departamento de Tecnologias Básicas, concentrando-se no desenvolvimento da microeletrônica e optoeletrônica e um Departamento de Redes Externas e Serviços Tecnológicos, para coordenar a prestação de serviços tecnológicos externos, principalmente

serviços especializados e consultoria, a transferência de tecnologia e apoio tecnológico à rede externa.

Foi criado também um Departamento de Planejamento e Coordenação e outro de Administração e Infra-estrutura.

5. MISSÃO/DIRETRIZES

A seguir são apresentadas a missão e as principais diretrizes do CPqD, decorrentes da reestruturação efetuada nesse Centro.

5.1. MISSÃO

- ! Realizar atividades de pesquisa, desenvolvimento e suporte tecnológico que dêem condições ao SISTEMA TELEBRÁS oferecer serviços, redes e produtos de telecomunicações demandadas pela sociedade e que contribuam para a capacitação tecnológica industrial do país.

5.2. DIRETRIZES DO CPqD

No cenário atual o CPqD se coloca basicamente como um órgão gerador de tecnologia para todo o SISTEMA TELEBRÁS, sendo que o seu resultado deve contribuir para:

- ! Redução dos custos;
- ! Aumento de receitas;
- ! Evolução e gerência integrada de redes e serviços;
- ! Maior poder de negociação (tecnologias e produtos estratégicos);
- ! Melhoria da qualidade do SISTEMA TELEBRÁS;
- ! Contribuir para a capacitação tecnológica da indústria nacional.

Dessa forma, as diretrizes do Centro terão que estar voltadas para:

- ! Intensificar os esforços de aproximação com as empresas operadoras e demais órgãos da TELEBRÁS com vistas ao melhor conhecimento das necessidades e de suas prioridades e ao desenvolvimento (cooptação) nas atividades e projetos do CPqD durante seu desenvolvimento e posterior utilização;
- ! Enfatizar as atividades que promovam a otimização, a automação da operação e a administração da planta instalada e de serviços;

- ! Envolver-se no desenvolvimento de produto, via de regra, apenas até o nível de TBR (Tecnologia Básica de Referência) e com a participação obrigatória das indústrias nos projetos de desenvolvimento de produtos, cooperando em sua capacitação tecnológica;
- ! Organizar a transferência de conhecimentos ou da capacitação interna sob as formas de subsídios ao STB e de prestação de serviços tecnológicos;
- ! Organizar a força de trabalho do CPqD de tal forma a permitir o atendimento às solicitações dos clientes;
- ! Reciclar os recursos humanos com vistas a nova forma de atuação, em especial, no desenvolvimento de software de suporte a sistemas de operação;
- ! Ter uma atuação proativa, procurando a antecipação à demanda e o domínio de tecnologias inovadoras;
- ! Concentrar esforços nas áreas onde pela vocação intrínseca do CPqD se possa oferecer vantagens comparativas a nível de mercado internacional;
- ! Proceder à análise de custo/benefício através da avaliação técnico-econômica dos projetos e do ganho econômico para o SISTEMA TELEBRÁS;
- ! Subsidiar órgãos do STB na formulação de políticas e na seleção de indústrias para participar de projetos ou receber tecnologia do CPqD.

6. PRINCIPAIS ATIVIDADES

Na reestruturação do Centro ficaram identificadas as seguintes atividades, decorrentes das diretrizes estabelecidas:

- ! As atividades de P&D do Centro deixam de ser majoritariamente dedicadas a dispositivos e equipamentos, para terem enfoque sistêmico, considerando a evolução de sistemas e redes de telecomunicações.
- ! A intensificação da participação de outros órgãos da TELEBRÁS e Empresas Operadoras no desenvolvimento de sistemas, principalmente de software, deverão garantir os desejados graus de automatização das atividades operacionais.
- ! No desenvolvimento de produtos o CPqD deverá contar não só com o STB mas também com a crescente participação das indústrias.

- ! Geração de resultados tecnológicos diretamente transferíveis para o STB na forma de subsídios e especificações; à evolução da rede e serviços e para definição de arquiteturas, topologias e novos sistemas.
- ! Capacitação em tecnologias básicas consideradas estratégicas a telecomunicações (como microeletrônica, optoeletrônica e software).
- ! A prestação de consultoria tecnológica e transferência de conhecimentos do STB, às indústrias e as entidades externas, serão consideradas fundamentais para o cumprimento dos objetivos de P&D com enfoque sistêmico.

7. PRINCIPAIS PROJETOS

As atividades de P&D, tanto as de enfoque sistêmico quanto as de insumo tecnológico (tecnologias básicas) devem continuar a serem estruturadas em projetos de pesquisa e projetos de desenvolvimento.

Estes projetos terão um planejamento plurianual e uma reavaliação periódica por parte do STB, que deverão ser realizados formalmente pelo conselho consultivo, constituído por diretores da TELEBRÁS e das Empresas Operadoras.

Os principais projetos, num total de 52, foram agrupados em famílias, a saber:

a) Tecnologias de Comutação

a.1. Trópico

- ! Trópico RA - 2ª Etapa
- ! Trópico RDSI de Faixa Estreita
- ! SCC (Sinalização por Canal Comum)
- ! SAU (Sub-sistema de Acesso de Usuário)
- ! Chill

a.2. Tecnologias Avançadas

- ! P.A. SCAD (Sistemas de Comutação de Alto Desempenho)
- ! P.A. CDD (Comutação Digital Distribuída)

b) Rede Inteligente

! Serviços de Rede Inteligente

c) Comunicação Celular

! P.A. CCD (Comunicação Celular Digital)

d) Gerência de Redes e Serviços

d.1. Gerência de Redes

! P.A. Sistemas de Gerência de Redes-Arquitetura TMN

! Gerência de Elementos de Rede

d.2. Sistemas de Operações

! SAGRE (Sistema Automático de Gerência de Rede Externa)

! CGO (Centro de Gerência de Operações)

! SGE (Sistema de Gerência de equipamentos)

! SADAN (Sistema de Administr. de Acomodações e Números)

! Atualização do LOCUS/CRONOS/PEOR/MATRAF

! Sistemas de Operações. Modernização e Expansão

! P.A. em Tecnologias de Sistemas de Informação

e) Sistemas Rádio

! P.A. em Sistemas Radiantes

! P.A. em Otimização de Sistemas Rádio

! APL-2(Bicanal Digital p/ Atendimento Pequenas Localidades)

! P.A. SES II (Simulação de Enlaces Satélite)

f) Terminais

! P.A. em Cartões Inteligentes

! P.A. em Terminais Avançados

g) Sistemas Ópticos

! P.A. em Hierarquia Digital Síncrona

! P.A. em Rede Óptica de Entroncamentos (P.A.ROE)

! P.A. Cabos, Conexões e Estrut. p/ Rede Óptica de Assinantes

! P.A. em Rede Óptica de Assinantes/Sistema

! P.A. em Sistemas de Comunicações Ópticas

! P.A. em Integração Optoeletrônica

! P.A. em Optoeletrônica p/ Sistemas de Alta Capacidade

! P.A. em Amplificadores Ópticos

! P.A. em Dispositivos Ópticos

! P.A. em Materiais para Fibras Ópticas

! P.A. PPONL(Polímeros c/ Propriedades Ópticas Não Lineares)

h) Apoio Tecnológico para Rede Externa

! Degradação do Isolamento dos Condutores de cabos CTP-APL

! P.A. em tecnologia de Contatos

! Apoio Tecnológico na Área de Rede Externa

! P.A. Polímeros Especiais para Aplicação em Rede Externa

- ! Proteção Elétrica e DG's
- ! Copelite (Conhec. Pert. Elétr. Linhas Telecomunicações)
- ! P.A. REAC (Revestimentos Anticorrosivos)
- ! RDSI-RES (Rede Suporte)

i) Microeletrônica

- ! Biblioteca de Células
- ! P.A. Circuitos Integrados
- ! P.A. em CI e Dispositivos de Alta Frequência

j) Suporte ao Desenvolvimento

- ! DOT (Ambiente de Documentação)
- ! ASSISTE (Ambiente de Apoio ao desenvolvimento de Software)
- ! Ambiente de Apoio a Sistemas Administr. e Gerenciais
- ! SAPHO (Sistema de automação de Projetos de Hardware)
- ! Suporte à Implantação da Indústr. Optoeletrônica no Brasil
- ! P.A. PDS (Processamento Digital de Sinais)

8. TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA

O principal objetivo do CPqD nesta nova estrutura é atender o STB e transferir para todo o setor os desenvolvimentos tecnológicos adquiridos:

Essas pesquisas referem-se basicamente em subsídios para especificações, estudos de evolução da rede, propostas de arquitetura de sistemas e de rede, programas de computador para automatização de atividades operacionais, entre outras.

A transferência dos resultados das pesquisas para o STB deverá realizar-se de acordo com o estabelecido dentro do próprio sistema.

Conforme já mencionado, o CPqD atuou desde que foi criado em atividades de desenvolvimento de produto, com vistas a transferência de tecnologia para a indústria.

Portanto, esses segmentos fornecedores acumularam durante estes anos uma ampla capacitação tecnológica e industrial.

Assim, de acordo com a nova forma de atuação, o centro deverá fomentar a transferência de tecnologia de subprodutos, ou seja, apenas de partes de peças geradas no desenvolvimento de um projeto para a indústria.

9. SERVIÇOS TECNOLÓGICOS

Com a prestação de serviços tecnológicos pretende-se explorar e transferir para o STB e entidades externas a competência técnica, gerencial e intelectual do CPqD, resultante da capacitação de seus quadros de recursos humanos e laboratoriais adquiridos no processo de desenvolvimento dos projetos de P&D. Neste contexto, a prestação de serviços tecnológicos se considera como um subproduto das atividades de P&D.

As atividades de prestação de serviços tecnológicos devem ser tratadas caso a caso, através da demanda específica dos clientes.

Os serviços tecnológicos a serem prestados pelo CPqD podem ser classificados em:

- a) Serviços Especializados - são os serviços tecnológicos de "rotina" envolvendo recursos humanos, infra-estrutura material e conhecimentos técnicos. Esses serviços já são realizados pelo Centro e, entre eles, destacam-se por exemplo: placas de circuito impresso, fotolitos, ensaios de laboratórios, caracterização de componentes, confecção de peças, homologação de produtos e etc...
- b) Apoio de Infra-estrutura - através desse serviço, o CPqD poderá alugar parte de suas instalações e equipamentos disponíveis.
- c) Serviços da informação tecnológica - é um serviço que pretende divulgar ao ambiente externo do STB os conhecimentos tecnológicos existentes no CPqD. A idéia é que o CPqD faça um banco de dados relacionados com o acerto de conhecimentos existentes nas diversas áreas tecnológicas. Como se trata de um serviço tecnológico de alta divulgação, o CPqD deverá estruturar uma rede de telecomunicações. No futuro esta rede de telecomunicações deverá acessar outros tipos de informações que se relacionem com o CPqD.
- d) Assessoramento Tecnológico - se refere a transferência de conhecimentos do STB ao meio externo. A realização de um assessoramento tecnológico deverá ser precedida por negociações com a entidade interessada, sendo seu objetivo resolver problemas específicos do cliente.

O assessoramento tecnológico pode estar relacionado a:

- ! Preparação e execução de cursos específicos, seminários especializados em assuntos tecnológicos de conhecimento do CPqD.
- ! Consulta técnica.
- ! Auditoria técnica e gerencial.
- ! Problemas de sistema.
- ! Análise técnica de sistema de telecomunicações.

10. RECURSOS HUMANOS

Com a atual reestruturação que vem ocorrendo no STB, caberá à área de recursos humanos uma maior colaboração e distribuição de tarefas entre o Centro, as universidades, indústrias e empresas operadoras. Para atender esta reformulação foi realizado em 1990 uma redução no quadro de pessoal do Centro, da ordem de 20%, de forma a se coadunar não só com as diretrizes traçadas pelo planejamento estratégico como com insuficiência de recursos financeiros, por que passa os demais centros de pesquisa da Empresas Estatais.

A política de recursos humanos que está sendo implantada pelo CPqD privilegia a:

- ! Contratação de serviços de terceiros para desenvolvimento de projetos, quando o Centro não dispuser de mão de obra própria.
- ! Contratação de outros serviços, quando julgados pelo Centro de pouca importância para a instituição.
- ! Intensificação de programas de cooperação técnica a nível nacional e internacional para desenvolvimento de projetos específicos.
- ! Maior utilização do pessoal das Fundações (universidades - centros de pesquisa que mantém convênio com o CPqD) em suas pesquisas.
- ! Intensificação dos Acordos Internacionais; como forma de atualização e troca de experiências.

O maior engajamento do Centro em atividades de P&D, através da terceirização e a utilização de equipes mistas, compostas de pessoal das universidades, indústrias e empresas operadoras apresentam para o STB uma série de vantagens, entre elas: concentração de esforços em P&D, redução de custos em seus desenvolvimentos, atualização tecnológica do pessoal envolvido, assim como a garantia da

existência de equipes especializadas nas diversas entidades, assegurando ao STB uma maior eficácia na consecução de seus objetivos.

A seguir o quadro de pessoal do CPqD.

Quadro de Pessoal do CPqD												
	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
NÚMERO DE EMPREGADOS	594	835	917	1034	1303	1477	1938	1631	1691	1589	1396	1174 *

OBS.: do orçamento do CPqD, cerca de 70% corresponde aos custos de pessoal, referente a uma força de trabalho direta e indireta (contratada via Fundações).*

* 1993 - Valor estimado.

O perfil de qualificação do quadro de pessoal do Centro em 1992 indicou que 71% é de nível superior, 25,7% de nível médio e 2,9% sem qualificação técnica, enquanto em 1988 esta relação estava na ordem de 79% para o nível superior, 18% para o nível médio e 3% para o restante.

O decréscimo de pessoal de nível superior, segundo informação do Centro, foi devido a grande evasão de pesquisadores para as indústrias em função do nível salarial ofertado.

Para a capacitação tecnológica dos pesquisadores do CPqD, foram gastos em 1992 cerca de US\$ 758.736 em treinamento no exterior e US\$508.000 no país (cursos internos administrados pelo CPqD ou pelos seus centros de treinamento localizados em São Paulo, Recife e Brasília. Em relação aos cursos externos ao CPqD não existem registros.).

Para 1993 estima-se que serão gastos em treinamento no exterior cerca de US\$ 703.000,00 e de US\$ 768.000,00 no país.

O projeto que tem alocado mais recursos nos últimos anos na área de treinamento é o "Projeto Trópico".

11. RECURSOS FINANCEIROS

Desde da sua constituição, a TELEBRÁS opera de forma praticamente autosustentada, tendo no início se utilizado dos recursos das sobretarifas do Fundo Nacional de Telecomunicações - FNT, para sua consolidação e alavancagem de sua infra-estrutura básica.

Com a consolidação desta e a crescente geração de recursos operacionais decorrente do tráfego interurbano e internacional escoado, a Empresa perdeu gradativamente os recursos das sobretarifas

e passou a se expandir apenas com os recursos da exploração de serviços, complementados pelo autofinanciamento compulsório dos terminais telefônicos.

Quando da criação do CPqD, estabeleceu-se que 2,5% do Faturamento Líquido de Exploração do STB seria destinado às atividades de P&D, sendo que 80% desses recursos seriam alocados no CPqD e os 20% restantes nos laboratórios das empresas operadoras.

Entretanto, somente em torno de 1,5% da receita de exploração foi revertida ao Centro, conforme é verificado no quadro anexo.

Tal fato, porém, não impediu que o CPqD desenvolvesse uma capacitação tecnológica adequada às demandas do setor de Telecomunicações.

A partir da década de 80, da mesma forma que os demais centros de P&D das empresas estatais, o CPqD sofreu as conseqüências das restrições das políticas macroeconômicas de combate à inflação, que limitou os investimentos, as tarifas e a contratação de pessoal das Empresas Estatais.

Embora, em alguns anos se tenha verificado uma tendência à recuperação de sua capacidade de investimento, principalmente pela adoção de uma política tarifária mais realista, continuam incertas as perspectivas a curto e médio prazo quanto a expansão do sistema.

Dificuldades adicionais surgiram a partir de 1988 com a deteriorização da situação financeira de algumas empresas do STB.

Assim, a partir de 1988 o CPqD foi obrigado a conviver com uma série de restrições em seus programas de pesquisas, o que sinalizou a necessidade de se procurar novas fontes de recursos financeiros, sob pena de se perder a capacitação tecnológica adquirida.

No planejamento estratégico foram identificadas novas formas de obtenção de recursos para o Centro advindas de:

- ! Vendas de serviço (testes e ensaios);
- ! Cobrança de *royalties*;
- ! Prestação de consultoria para as indústrias;
- ! Cobrança adequada e sistemática de licenciamento de produtos.
- ! Aluguel dos laboratórios do CPqD para outros centros de P&D ou universidades e, maior concentração de recursos em projetos considerados estratégicos, evitando assim a dispersão de recursos.

A seguir estão indicadas tabelas de recursos aplicados no CPqD, bem como a evolução do seu orçamento.

Evolução do Orçamento								
Dólar médio mensal - US\$ milhões								
	86	87	88	89	90	91	92	93
US\$	32,6	36,0	57,1	70,6	72,6	46,2	49,0*	85,9**
(*) valor provisório								
(**) previsão								

Recursos Aplicados no CPqD

% REX - (% calculada c/valores em US\$ - base mensal)

	86	87	88	89	90	91	92	93
%	1,56	1,43	1,73	1,45	1,23	1,05	0,92*	1,21**

(*) valor provisório

(**) previsão

12. RECURSOS LABORATORIAIS

O CPqD ocupa uma área de 360.000 m² com quase 60.000 m² de área construída, contando com um conjunto de laboratórios para fazer face às necessidades de desenvolvimento tecnológico de seus projetos. O Centro utiliza unicamente de seus laboratórios, mesmo quando no desenvolvimento de um projeto que envolve a participação de universidades, indústrias e empresas operadoras do STB. Quando o desenvolvimento requer equipamentos que o Centro não possui, estes são adquiridos pelo mesmo.

Somente para determinados tipos de testes e ensaios, para os quais o CPqD não possui os equipamentos adequados, são utilizados laboratórios de terceiros, como por exemplo, os de universidades (UNICAMP, USP) e o de outros centros de P&D (CTI, IPT, INP). Em geral, a frequência de utilização de laboratórios externos é muito pequena.

Os laboratórios do CPqD são caracterizados em função de seus produtos e desenvolvimentos tecnológicos, assim relacionados:

a) Laboratório de produtos e equipamentos

Cabos e Cordões Ópticos, Cabos e Fios Metálicos, Fibras Ópticas, Dispositivos para Rede Óptica, Dispositivos de Proteção Elétrica, Baterias, Equipamentos e Sistemas, Microeletrônica e Optoeletrônica.

b) Laboratórios de Desenvolvimento Tecnológico

Sistemas Radiantes, antenas e Componentes Associados, sistemas ópticos, Substâncias Puras e Compostas em Solução,

Materiais Metálicos e Ligas Metálicas, Materiais Poliméricos e Orgânicos, Materiais Vítreos e Cerâmicos, Corrosão e Acabamentos Superficiais, Componentes Eletrônicos e Eletromecânicos, Equipamentos e Instrumentos de Teste e Medição, Estudos Térmicos e Interferência e Compatibilidade Eletromagnética.

V. A TRAJETÓRIA DOS TRÊS CENTROS: UM CONFRONTO

Os centros estudados foram todos criados entre o final da década de 60 e o início dos anos 70. No entanto, seu período crítico de desenvolvimento dá-se durante a vigência do II PND, tendo como vetor básico de implementação de suas atividades a política industrial exercitada à época, que, como se sabe, privilegiou a constituição dos setores de insumos básicos e bens de capital, além da expansão da infra-estrutura econômica. Neste contexto foram realizados pesados investimentos nos setores de petróleo, telecomunicações e eletricidade. Em consequência, as empresas estatais foram orientadas a utilizar o seu poder de compra para aumentar o índice de nacionalização dos bens e serviços que adquiriam, fortalecendo os seus vínculos com a indústria local.

É bem verdade que, embora a política industrial incorporasse como uma de suas prioridades o desenvolvimento de uma capacidade tecnológica interna nas atividades de P&D (notadamente projeto básico de produtos e processos), a tônica principal da política tecnológica foi muito mais voltada para o desenvolvimento de uma tecnologia de fabricação, com índices de nacionalização elevados.

As especificidades do país nos campos do petróleo, das telecomunicações e da eletricidade, somados à dimensão e crescimento do mercado brasileiro, determinaram um significativo progresso no campo da tecnologia de fabricação, podendo-se afirmar que o país detém hoje uma capacidade de atendimento à demanda de bens e serviços nos referidos campos superior a 80% das necessidades dos mesmos.

No passado recente, as vicissitudes políticas e econômicas sofridas pelas empresas estatais em função da política macroeconômica, com o desaparecimento de uma política industrial e tecnológica, afetaram negativamente o desenvolvimento dos centros estudados.

Embora o quadro acima se apresentasse de forma bastante homogênea nos três setores enfocados, pode-se observar diferenças nos caminhos percorridos e nos resultados alcançados por cada um dos seus centros de pesquisa, devido a fatores setoriais de natureza tecnológica e as condições institucionais e gerenciais específicas a cada empresa estatal e seu respectivo Centro.

Em cada empresa estudada, o objetivo geral de maior autonomia tecnológica foi condicionado pelas características econômicas e políticas da empresa e pelas especificidades tecnológicas do setor em que atuava.

Inicialmente, é importante destacar a diferença de autonomia de gestão entre as empresas - enquanto a PETROBRÁS e TELEBRÁS gozavam de relativa autonomia financeira e coordenavam os seus respectivos setores por força de monopólios legais, a ELETROBRÁS dependia de recursos externos

(nacionais e internacionais) e não lhe foi atribuída a coordenação total do setor. Em segundo lugar, a inserção setorial das empresas levava a uma distinta apreciação da problemática tecnológica: a PETROBRÁS é uma empresa industrial, a TELEBRÁS uma prestadora de serviços com forte conteúdo industrial e a ELETROBRÁS é uma *holding* das empresas regionais cujos contatos com a problemática industrial e tecnológica se dá através das concessionárias, que gozam de relativa autonomia tecnológica.

A PETROBRÁS, que tradicionalmente seguia uma política de constituir no país fontes de suprimento de bens e serviços, buscou maior autonomia tecnológica em função da inexistência de oferta de tecnologia para extração de petróleo em águas profundas, cujo desenvolvimento demandava recursos substanciais. A TELEBRÁS partiu para um programa de capacitação tecnológica por considerar sobretudo a telecomunicação uma questão de segurança nacional. Para alcançar uma maior autonomia foram necessários investimentos pesados em P&D, afim de acompanhar a fronteira tecnológica internacional, que vinha sofrendo rápidas transformações em função das mudanças do paradigma eletromecânico para o eletrônico. Em contraste, no setor elétrico, não só a ELETROBRÁS tinha uma orientação política menos definida, como o setor encontrava à sua disposição uma tecnologia já amadurecida a nível internacional, levando-o a concentrar suas atividades em desenvolvimentos tecnológicos adaptativos às características e especificidades brasileiras.

Assim, as prioridades dadas ao desenvolvimento tecnológico e, dentro deste, ao nível de atividades científicas e tecnológicas foram diferentes entre os setores, afetando os recursos financeiros, humanos e institucionais alocados aos centros de pesquisa.

No plano institucional interno às empresas, há que considerar, em primeiro lugar, que tanto o CENPES quanto o CPqD integram a estrutura organizacional de suas empresas mantenedoras. Já o CEPEL foi constituído com personalidade jurídica própria, sob a forma de sociedade civil sem fins lucrativos.

Assim, embora o CPqD, o CENPES e o CEPEL tenham contado com a participação de suas empresas controladoras na definição de suas diretrizes de atuação e das necessidades setoriais prioritárias a serem atendidas, o último, por ser mantido por uma empresa que, nem de direito nem de fato, responde por todas as concessionárias do setor, teve de buscar uma linha de atuação mais ampla e flexível, encontrando dificuldades em se inserir como agente participativo obrigatório no processo de desenvolvimento do setor elétrico.

Com efeito, ao se analisar os resultados atingidos por essas empresas no campo do desenvolvimento tecnológico nos setores de atuação de suas atividades, verifica-se que a PETROBRÁS e a TELEBRÁS sempre utilizaram seus centros de pesquisa como agentes catalisadores e propulsores desse desenvolvimento, enquanto na ELETROBRÁS, tal procedimento não teve o mesmo destaque, uma vez que os citados resultados obtidos foram muito mais decorrentes da atuação dos NAI'S das concessionárias de energia elétrica, em conjunto com os fornecedores do setor e com órgãos governamentais do que com o CEPEL propriamente dito.

Pode-se dizer, assim, que a identificação da PETROBRÁS e da TELEBRÁS com seus centros de P&D foi decisiva para a capacitação da indústria nacional e que, de certa forma, a descentralização verificada no setor elétrico, foi determinante para que não tivessem sido alcançados resultados semelhantes.

Apesar da ELETROBRÁS haver conseguido engajar o Setor Elétrico, através da coordenação dos Núcleos de Articulação com a Indústria - NAI das empresas de energia elétrica, na mobilização industrial levada a cabo até meados da década de 80, quando conseguiu resultados altamente significativos na fabricação local de equipamentos e materiais de interesse do Setor, não houve nos aspectos concernentes ao desenvolvimento e difusão de novas tecnologias de processos e produtos os mesmos resultados verificados na fabricação de equipamentos.

A capacitação e o amadurecimento tecnológico desses centros, assim como os resultados de seus trabalhos, foram funções diretas das demandas de tecnologia em seus respectivos setores e que, nos casos da PETROBRÁS e da TELEBRÁS, eram claramente explicitadas ao CENPES e ao CPqD. No caso do setor elétrico, ao contrário, por falta de explicitação dessa demanda (exceção feita às áreas de planejamento e operação de sistemas), o CEPEL teve de buscar, por si mesmo, espaços e oportunidades de atuação.

Por outro lado, pelo fato do setor elétrico utilizar tecnologias de equipamentos maduras - aquelas em que o desenvolvimento tecnológico se caracteriza por avanços incrementais - o CEPEL dirigiu suas atividades para o desenvolvimento de tecnologias que atendessem às diversas especificidades da problemática setorial, tais como transmissão a longas distâncias e etc.

O CENPES, por sua vez, adotou um modelo operacional de atuação com ênfase na tecnologia de processo. No final da década de 70, depois de haver desenvolvido o setor de bens de capital, em parceria com as indústrias locais a partir do estímulo à compra de tecnologia no exterior pelos fabricantes nacionais, o CENPES passou a empenhar-se na capacitação da tecnologia da engenharia básica de processos industriais.

A partir de meados da década de 80, após a descoberta de petróleo em águas profundas, o CENPES, por determinação explícita da PETROBRÁS, que tinha como objetivo diminuir a dependência da importação de petróleo, passou a priorizar seus esforços no sentido desenvolver uma tecnologia que viabilizasse a exploração dessas reservas, situando-se hoje na fronteira tecnológica, através do programa PROCAP.

Por outro lado o CPqD orientou suas atividades de forma a alcançar uma maior autonomia local na produção de equipamentos e produtos para atender o SISTEMA TELEBRÁS. Para tanto foi necessário que os desenvolvimentos em P&D se processassem da forma rápida, para acompanhar a fronteira tecnológica, que nos países centrais estava em processo de grandes transformações. A mudança do paradigma eletromecânico para eletrônico, analógico e depois digital, implicou que o Centro se empenhasse em queimar etapas e desenvolvimento para atingir estágios tecnológicos semelhantes aos que se encontravam nos países desenvolvidos, por exemplo através do Projeto Trópico.

Tanto o CENPES quanto o CPqD, adotaram modelos de desenvolvimento de pesquisas, nos quais a participação das indústrias e das universidades foi extremamente significativa. A PETROBRÁS buscou nas universidades pessoal qualificado, treinando-os e repassando-os mais tarde para as indústrias. Com isso, criou um forte elo de ligação entre a Empresa e o setor industrial nascente que carecia de pessoal mais especializado em condições de atender suas demandas.

A TELEBRÁS, semelhantemente à PETROBRÁS, buscou uma forte articulação com as universidades e indústrias, embora centralizasse em seu Centro todos os trabalhos a serem desenvolvidos. O forte de seu programa de treinamento era trazer técnicos altamente qualificados das universidades do país e do exterior para executarem tarefas e treinarem pessoal dentro do próprio CPqD. Com relação ao setor industrial, qualificou o pessoal das indústrias que, fixado no CPqD, eram treinados e mais tarde devolvido às indústrias de origem. O Centro quando treinava esse pessoal, arcava com todo o ônus do treinamento, pagando inclusive o salário destes técnicos. Esta atitude mostra claramente a disposição da TELEBRÁS em capacitar o setor industrial nacional para atender ao SISTEMA TELEBRÁS.

Quanto ao CEPEL, concentrou seus esforços na capacitação de seu quadro próprio de pessoal. Foram realizados diversos programas de intercâmbios com instituições de ensino e de pesquisas no país e principalmente no exterior, demonstrando claramente a preocupação do centro com a excelência na formação de técnicos.

Este forte elo com estas entidades propiciou ao CEPEL adquirir capacitação tecnológica e um corpo técnico altamente qualificado. Contudo a sua articulação com a cadeia produtiva (indústrias fornecedoras e concessionárias de energia elétrica) é menos definida. A dificuldade encontrada pelo CEPEL em fortalecer seu vínculo com esses segmentos pode ser explicado entre outros motivos, pela própria da posição de *holding* da ELETROBRÁS para com o setor, diferentemente da PETROBRÁS e TELEBRÁS, que determinam claramente diretrizes de P&D setorial. Por outro lado o setor elétrico brasileiro caracteriza-se por indústrias altamente concentradas e dominadas por um pequeno grupo de empresas internacionais, que controlam tanto os mercados internacionais quanto o mercado nacional. Estas indústrias pelo fato de deterem alto conhecimento tecnológico e de pertencerem a um setor onde as inovações tecnológicas são predominantemente incrementais, garantem vantagens por meio de economias de escopo e de escala, técnica e financeira e investimentos em engenharia, além da absorção de tecnologias, de capital, e de recursos humanos especializados.

Outro aspecto a ser considerado na diferenciação entre os Centros de pesquisa em tela diz respeito ao financiamento de suas atividades e instalações.

Sob este aspecto vale lembrar, novamente, que o CENPES e o CPqD fazem parte da PETROBRÁS e da TELEBRÁS, respectivamente, de vez que não tem personalidade jurídica própria. Seus dispêndios, portanto, são análogos aos das demais divisões funcionais dessas empresas, o que lhes dá uma posição mais confortável na discussão de seus orçamentos, planos de trabalhos e aos aportes de recursos. Alia-se a isso o fato de que tais empresas, monopolistas nos setores em que atuam, sempre adotaram uma postura efetivamente comprometida com o desenvolvimento tecnológico de

suas operações e produtos, assegurando os recursos necessários para que seus centros de P&D pudessem cumprir, adequadamente, as missões que lhes são conferidas mesmo quando os benefícios delas resultantes são externalizados, como no caso à capacitação da indústria de bens e serviços.

Já o CEPEL, como sociedade civil autônoma, tem como principal fonte de financiamento contribuições dos sócios, pelas quais responde, majoritariamente, a ELETROBRÁS. Seus orçamentos e programas de trabalhos devem ser submetidos ao Conselho de Administração, composto de representantes das concessionárias. Como a maior parte do valor das contribuições fica comprometida com projetos que a ELETROBRÁS seleciona como prioritários, o CEPEL tem de recorrer à venda de serviços ou à procura de parceiros que se disponham a financiar outros projetos que, mesmo considerados relevantes pelas concessionárias e pela indústria, não são cobertos integralmente pelas contribuições dos sócios, devido a crise financeira enfrentada pelo setor elétrico.

As diferenças apontadas refletem-se diretamente no volume de recursos apontados aos centros de pesquisas por seus respectivos setores. A observação da evolução das aplicações nesses centros nos últimos 4 anos, embora reflita, para os três centros, as dificuldades decorrentes das restrições impostas pelo governo a partir de 1990, mostram bem as diferenças de tratamento que as três grandes empresas dispensaram a seus centros de P&D.

Enquanto a ELETROBRÁS e suas controladas, apoiadas na justificativa da crise financeira do setor, reduziram as contribuições ao CEPEL de US\$ 28,5 milhões em 1990 para US\$ 23 milhões em 1992, a PETROBRÁS elevou os aportes ao CENPES de US\$ 93,2 milhões para US\$ 130 milhões no mesmo período e a TELEBRÁS, após registrar uma drástica redução de recursos alocados ao CPqD (de US\$ 72,6 milhões em 1990 para US\$ 46 milhões em 1991), empenhou-se em recuperar o nível de dispêndios com P&D - elevando os aportes ao CPqD para US\$ 49 milhões em 1992 e prevendo alcançar, em 1993, a soma de US\$ 86 milhões.

As diferenças de tratamento atribuído à P&D nos três setores evidencia-se mais ainda quando se considera que, em valores relativos, os aportes de recursos ao CENPES e ao CPqD elevam-se, atualmente, a cerca de 1% a 1,2%, respectivamente, dos faturamentos brutos da PETROBRÁS e do SISTEMA TELEBRÁS, enquanto os recursos alocados ao CEPEL não atingem 0,3% do faturamento bruto do setor com vendas de energia, ou 0,5% do faturamento do grupo ELETROBRÁS.

Finalmente, cabe notar que no início desta década, todos os três centros de pesquisa em estudo, sofreram uma reestruturação de forma a adequá-los ao novo paradigma tecnológico e industrial.

Após as crises observadas principalmente a partir de meados de 80, que deixaram como saldo um panorama de deteriorização da infra-estrutura, da capacitação financeira e do quadro de recursos humanos, esses centros passaram por processos de avaliação para identificar suas missões, objetivos, diretrizes e qual seu papel no contexto dos setores que atuam.

Nesta reestruturação ficou claro que embora esses centros pertençam a setores produtivos específicos, suas linhas de atuação identificam-se quanto à:

- ! Priorizar projetos de P&D que tenham uma abordagem mais sistêmica.
- ! Procurar novas fontes de recursos financeiros, através de vendas de serviços e desenvolvimento de outras atividades remuneradas.
- ! Intensificar programas de P&D em projetos cooperativos e multiclientes.
- ! Intensificar as articulações com as universidades e centros de P&D.
- ! Identificar as reais demandas tecnológicas das indústrias, para atuar em desenvolvimentos conjuntos, com o intuito de não só mantê-las competitivas, como também de contar, no país com um parque industrial capaz de atender às demandas dos setores produtivos, com eficiência, eficácia e preços adequados.
- ! Necessidade de manter níveis adequados de investimentos em treinamento dos seus quadros de pessoal, para não perderem os níveis de capacitação já adquiridos.
- ! Acompanhar os desenvolvimentos tecnológicos e manter atualizado o conhecimento do estado da arte nos respectivos campos de atuação.
- ! Adotar um modelo de planejamento e gestão científico-tecnológico que coordene todas as atividades de P&D de forma interativa entre todos os segmentos das cadeias produtivas em que atuam.
- ! Adotar parâmetros de custo/benefício na priorização de seus Projetos de Programas de Gestão da Qualidade.

Apesar das mudanças promovidas por esses Centros, para se adequarem ao processo de transformações conjunturais e estruturais que ocorrem na economia mundial e na do próprio país, questiona-se agora, nas próprias empresas estatais que os mantêm, principalmente nos casos do CEPEL e do CPqD, a validade da manutenção, nesses Centros, de atividades de P&D industrial, previstas em suas missões básicas. Tais atividades, na conjuntura atual e no futuro próximo, pelo elevado ônus que envolvem, deveriam ser integralmente assumidas ou, pelo menos, terem como principais patrocinadores os setores privados da economia, que delas se apropriam.

É possível, portanto, que outras mudanças, de maior profundidade, venham a ocorrer nesses Centros, como decorrência desse questionamento. A tendência das estatais, nesse caso, seria a de manter um mínimo de infra-estrutura tecnológica, com grande capacitação, suficiente apenas para coordenar o desenvolvimento de projetos de seu interesse, cuja execução seria contratada com Universidades, indústrias, empresas especializadas, etc.

Finalmente, é provável que se a política de privatização for estendida a esses setores, o destino dos Centros estudados venha a ser posto em questão. Dada a sua importância para o desenvolvimento

tecnológico e industrial do país a sua manutenção deveria constituir num fator condicionante a ser explicitamente considerado no âmbito daquela política.